

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP2005/022751

International filing date: 12 December 2005 (12.12.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2005-154447
Filing date: 26 May 2005 (26.05.2005)

Date of receipt at the International Bureau: 02 February 2006 (02.02.2006)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 5 年 5 月 2 6 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 5 - 1 5 4 4 4 7

パリ条約による外国への出願
に用いる優先権の主張の基礎
となる出願の国コードと出願
番号

The country code and number
of your priority application,
to be used for filing abroad
under the Paris Convention, is

J P 2 0 0 5 - 1 5 4 4 4 7

出 願 人
Applicant(s): 松下電器産業株式会社

2 0 0 6 年 1 月 1 8 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

中 嶋



【書類名】	特許願
【整理番号】	2047570019
【提出日】	平成17年 5月26日
【あて先】	特許庁長官 殿
【国際特許分類】	H04N 5/232
【発明者】	
【住所又は居所】	大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
【氏名】	熊谷 裕典
【発明者】	
【住所又は居所】	大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
【氏名】	平澤 拓
【特許出願人】	
【識別番号】	000005821
【氏名又は名称】	松下電器産業株式会社
【代理人】	
【識別番号】	110000040
【氏名又は名称】	特許業務法人池内・佐藤アンドパートナーズ
【代表者】	池内 寛幸
【電話番号】	06-6135-6051
【連絡先】	担当は席丘圭司
【手数料の表示】	
【予納台帳番号】	139757
【納付金額】	16,000円
【提出物件の目録】	
【物件名】	特許請求の範囲 1
【物件名】	明細書 1
【物件名】	図面 1
【物件名】	要約書 1
【包括委任状番号】	0108331

【書類名】特許請求の範囲

【請求項 1】

複数の光学系と、

前記複数の光学系に 1 対 1 に対応する複数の撮像領域を含む撮像素子と、

前記撮像素子に結像する画像の位置を時系列的に相対移動させる画素ずらし手段と、

前記撮像素子により得られる画像情報を記憶するメモリと、

前記メモリに記憶された画像情報を比較してぶれ量を導出するぶれ量導出手段と、

前記メモリに記憶された画像のうち、画像合成に用いる画像を選択する最適画像選択手段と、

前記メモリに記憶された複数の画像情報を合成する画像合成手段とを備え、

前記画素ずらし手段は、前記複数の光学系が結像する画像のうち、少なくとも 1 個の光学系が結像する画像に関しては画素ずらしを行わず、残りの光学系が結像する画像に関しては画素ずらしを行ない、

前記撮像素子は、前記複数の撮像領域において、前記画素ずらしの有無に関わらずそれぞれ同じタイミングで撮影を行ない、

前記ぶれ量導出手段は、前記画素ずらしを行なわない光学系において時系列的に撮影された前記メモリに記憶された複数の画像情報を比較して画像のぶれ量を導出し、

前記最適画像選択手段は、前記ぶれ量導出手段により導出されたぶれ量に基づいて、画像合成に用いる画像を選択し、

前記画像合成手段は、前記最適画像選択手段によって選択された複数の画像を、前記ぶれ量導出手段が導出したぶれ量に基づいて補正した後、合成処理することを特徴とする撮像装置。

【請求項 2】

異なる被写体を判別する被写体判別手段をさらに備えており、

前記ぶれ量導出手段は、前記被写体判別手段によって判別された被写体ごとに画像のぶれ量を導出し、

前記最適画像選択手段は、前記被写体判別手段によって判別された被写体ごとに画像合成に用いる画像を選択する請求項 1 に記載の撮像装置。

【請求項 3】

画像を複数のブロックに分割するブロック分割手段をさらに備えており、

前記ぶれ量導出手段は、前記ブロック分割手段によって分割されたブロック毎にぶれ量を導出し、

前記最適画像選択手段は、前記ブロック分割手段によって分割されたブロック毎に画像合成に用いる画像を選択する請求項 1 に記載の撮像装置。

【請求項 4】

前記画素ずらしのずれ量を決定するずれ量決定手段をさらに備えており、

前記ずれ量決定手段は、前記最適画像選択手段が選択した画像、および前記ぶれ量導出手段が導出したぶれ量に基づいて、時系列的な撮影毎に画素ずらしのずれ量を決定し、

前記画素ずらし手段は、前記ずれ量決定手段によって決定されたずれ量に基づいて、画素ずらしを行なう請求項 1 に記載の撮像装置。

【請求項 5】

前記複数の光学系において撮影した画像間の視差量を導出する視差導出手段をさらに備えており、

前記画像合成手段は、前記最適画像選択手段によって選択された複数の画像を、前記ぶれ量導出手段が導出したぶれ量、および前記視差導出手段が導出した視差量に基づいて補正した後、合成処理する請求項 1 に記載の撮像装置。

【請求項 6】

前記複数の光学系は、赤色を扱う光学系、緑色を扱う光学系、および青色を扱う光学系で構成されており、前記各色を扱う光学系のうち少なくとも 1 つの光学系は、2 個以上の光学系で構成されており、

前記赤色を扱う光学系の光軸上に配置された赤色を透過する波長分離手段、前記緑色を扱う光学系の光軸上に配置された緑色を透過する波長分離手段、および前記青色を扱う光学系の光軸上に配置された青色を透過する波長分離手段をさらに備えており、

前記画素ずらし手段は、前記２個以上の同一色を扱う光学系のうち少なくとも１個の光学系が結像する画像に関しては画素ずらしを行わず、残りの光学系が結像する画像に関しては画素ずらしを行なう請求項５に記載の撮像装置。

【請求項 ７】

前記各色を扱う光学系は、それぞれ２個以上の光学系で構成されており、

前記画素ずらし手段は、前記各色を扱うそれぞれ２個以上の光学系のうち、少なくとも１個の光学系が結像する画像に関しては画素ずらしを行わず、残りの光学系が結像する画像に関しては画素ずらしを行なう請求項６に記載の撮像装置。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 撮像装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、画素ずらし機能を有する撮像装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

現在、撮像素子の解像度を向上させる手法として、「画素ずらし」と呼ばれる技術が知られている。図21は、画素ずらしを用いた高解像度化の概念説明図であり、撮像素子の画素を拡大して示してある。図21Aに示すように、撮像素子には光を電気信号に変換する光電変換部2101（以下、「光電変換部」という）と、転送電極などの、光を電気信号に変換することができない無効部分2102（以下、「無効部分」という）が存在する。この光電変換部と無効部分とを一体として1画素としている。また、一般的に撮像素子の画素はある一定の間隔（ピッチ）で規則正しく形成されている。図21Aの太線で囲んだ部分が1画素分であり、Pは1ピッチ分を指している。

【0003】

画素ずらしにおいては、まず図21Aに示す撮像素子の位置で撮影を行なう。次に各画素に対して、光電変換部を無効部分に移動させるように、例えば斜め方向に移動させて、水平方向、垂直方向ともに画素の1/2ピッチ分、撮像素子を移動させて撮影を行なう（図21B）。その後、撮像素子の移動量を考慮の上、これら2枚の撮影画像を電氣的に合成処理する。

【0004】

この方法により、本来信号として取り得ることのできなかった無効部分からも信号を取り出すことができる。このことにより、図21Cの撮像状態は、図21Aの撮像素子で撮像した1回分の撮像状態と比べると、2倍の光電変換部を有する撮像素子で撮像したものと等価なものになる。すなわち、前記のような画素ずらしによれば画素数を増やすことなく、2倍の画素数の撮像素子を用いて撮影した画像と等価な画像を得ることができる。

【0005】

以上のように、撮像素子に入射する光線と撮像素子との相対的な位置関係を、例えば1/2画素分ずらし、それぞれの位置で撮影した画像を合成することで高解像度化された画像を得ることができる。

【0006】

なお、例示したように斜め方向にずらした場合に限らず、水平方向、垂直方向にずらした場合にも同様な効果が得られる。また、1/2画素分ずらす場合に限らず、無効部分を補間するようにずらすことにより、同様な効果が得られる。また、1回だけ画素をずらすのではなく、異なる場所で撮影する回数を増やせば解像度が上がることになる。

【0007】

また、前記の例では、撮像素子と入射光線の相対的な位置関係を、撮像素子を移動させることにより変化させたが、画素ずらしの方法はこの方法に限らない。例えば、撮像素子の代わりに光学レンズを移動させることもできる。また、別の方法として平行平板を用いた方法などが提案されている（例えば特許文献1）。特許文献1に記載の発明では、平行平板を傾斜させることによって撮像素子に結像する画像光の光路をずらして画素ずらしを行なっている。

【0008】

ところで、前記の画素ずらしを用いた高解像度化においては、複数の画像を時系列的に撮影後、合成処理を行ない高解像度な画像を得ている。画素ずらしにおいて、時系列的に撮影される複数画像の撮影中は、手ぶれなどの撮影者側におけるぶれ（以下、「撮影者ぶれ」という）、および被写体が動いてしまうことなどによる被写体側のぶれ（以下、「被写体ぶれ」とする）が存在しないことが要求される。

【0009】

仮に撮影中にぶれが存在した場合、そのまま合成してしまうと、画像合成により得られる画像は、本来の画像とはかけ離れた画像となってしまう。このため、ぶれをできる限り除去する方法、またはぶれを補正する方法がいくつか提案されている。

【0010】

1つの方法は、カメラを三脚等で固定して撮影するものである。この方法は、撮影者ぶれによる影響は低減することができるが、被写体ぶれによる影響を低減することはできない。

【0011】

別の方法は、ぶれ検知手段を用いてぶれ補正を行なうものである。例えば、撮影者がシャッターを押した場合などにおける撮影者ぶれを、角速度センサなどのぶれ検知手段を用いることで検知し、その検知量からぶれ量を補正する方法が提案されている（例えば特許文献2）。

【0012】

特許文献2に記載の発明では、ぶれ検知手段を用いてぶれ量を検知し、そのぶれ量に基づき画素ずらし方向などの補正を行なった上で、撮像素子を移動させて画素ずらしを行っている。こうすることで、撮影者ぶれによる影響を低減することができる。また、撮像素子を移動させる方法に限らず、検知されたぶれ量に対応させて光学レンズ等を動かす方法でも同様な効果が得られる。しかしながら、この方法を用いても被写体ぶれ自体は検知できないため、被写体ぶれによる影響を低減することはできない。

【0013】

さらに別の方法は、時系列的に撮影した複数の画像を比較することでぶれ量を導出し、ぶれ補正を行なうものである（例えば特許文献3）。本発明者らが発明した特許文献3に記載の発明では、時系列的に撮影した画像を比較することでぶれ量を導出し、ぶれ補正を行っている。

【0014】

また、ぶれ量を正確に導出するため、画素ずらしを行なう光学系と画素ずらしを行わない光学系とに分け、画素ずらしを行なわない光学系において正確にぶれ量を導出し、画素ずらしを行なった光学系におけるぶれ量を補正している。この方法を用いれば、撮影者ぶれ、および被写体ぶれ共に画像のぶれとして導出されるため、角速度センサなどのぶれ検知手段を別途用いることなく、ぶれ量の正確な導出が可能となり、画素ずらしを用いた高解像度化が実現できる。

【特許文献1】特開平6-261236号公報

【特許文献2】特開平11-225284号公報

【特許文献3】特願2004-363868号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0015】

以上に説明したように、画素ずらしにおけるぶれを除去または補正することで、高解像度な画像を得ることができる。特に、撮影者ぶれ、被写体ぶれを同時に精度よく補正する方法としては、特許文献3に示すような方法が好ましい。しかしながら、撮影後にぶれを補正する場合、以下のような問題があった。

【0016】

図22は従来の画素ずらしの一例を説明する図であり、撮像素子の画素を拡大して示してある。図22において、2201は光電変換部、2202は無効部分である。以下、画素ずらしにおいて、無効部分を補間するように、撮像素子の半画素ピッチであるずれ量で画素ずらしを行なう場合を考える。図22中には、画素ずらしのずれ量を画素ずらしベクトル2203として記載している。なお、図には最左上の画素のみについてベクトルを示しているが、すべての画素について同様に画素ずらしを行っている。また、図22中において、撮影中に導出されたぶれ量もぶれベクトルとして記載している。ぶれ量の導出方法の詳細は後述する。

【0017】

ぶれのない状態である図22Aでは、設計とおり、画素の無効部分を補間するように画素ずらしを行なうことができ、画素ずらし後に合成処理を行なうことで高解像度な画像を得ることができる。

【0018】

また、図22Bのようなぶれベクトル2204が存在する場合においても、画素ずらしベクトル2203とぶれベクトル2204の和は無効部分に位置しているため、ぶれ補正を行なうことで画素の無効部分を補間するような画素ずらし情報を得ることができ、画素ずらし後に合成処理を行なうことで高解像度な画像を得ることができる。

【0019】

しかしながら、図22Cのようなぶれベクトル2205が存在する場合においては、画素ずらしベクトル2203とぶれベクトル2205の和が撮像素子の光電変換部（または光電変換部近傍）に位置しているため、ぶれ補正を正確に行なっても、得ることのできる情報は、既に得ている情報に過ぎず、合成処理を行なっても高解像度化が期待できない。

【0020】

図23は、画素ずらしを行なわない光学系において、図22の場合と同様なぶれが存在した場合を示す図である。図23Aはぶれが存在しない場合、図23Bは図22Bと同じベクトル2204だけぶれが存在した場合、図23Cは図22Cと同じベクトル2205だけぶれが存在した場合である。

【0021】

図23Cより、図22Cのように画素ずらしの効果がほとんど得られないようなぶれが存在する状況においても、画素ずらしを行なわない光学系においては、撮像素子の光電変換部はもとの画素の無効部分を補間している。

【0022】

ぶれが存在する状態では、ベクトル2204のようなぶれが存在する場合と、ベクトル2205のようなぶれが存在する場合は確率によって定まり、撮影者が意図して制御できるものではない。このため、画素ずらしによる高解像度化を期待して撮影し、ぶれ補正を行なった上で画像を合成した結果、実際には高解像度化されていないということがあり得る。

【0023】

本発明は、前記のような従来の問題を解決するものであり、画素ずらしを行なう撮像装置において、撮影者ぶれ、または被写体ぶれがある場合にも画素ずらしの効果の低下を防止できる撮像装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0024】

前記目的を達成するために、本発明の撮像装置は、複数の光学系と、前記複数の光学系に1対1に対応する複数の撮像領域を含む撮像素子と、前記撮像素子に結像する画像の位置を時系列的に相対移動させる画素ずらし手段と、前記撮像素子により得られる画像情報を記憶するメモリと、前記メモリに記憶された画像情報を比較してぶれ量を導出するぶれ量導出手段と、前記メモリに記憶された画像のうち、画像合成に用いる画像を選択する最適画像選択手段と、前記メモリに記憶された複数の画像情報を合成する画像合成手段とを備え、前記画素ずらし手段は、前記複数の光学系が結像する画像のうち、少なくとも1個の光学系が結像する画像に関しては画素ずらしを行わず、残りの光学系が結像する画像に関しては画素ずらしを行ない、前記撮像素子は、前記複数の撮像領域において、前記画素ずらしの有無に関わらずそれぞれ同じタイミングで撮影を行ない、前記ぶれ量導出手段は、前記画素ずらしを行なわない光学系において時系列的に撮影され前記メモリに記憶された複数の画像情報を比較して画像のぶれ量を導出し、前記最適画像選択手段は、前記ぶれ量導出手段により導出されたぶれ量に基づいて、画像合成に用いる画像を選択し、前記画像合成手段は、前記最適画像選択手段によって選択された複数の画像を、前記ぶれ量導出手段が導出したぶれ量に基づいて補正した後、合成処理することを特徴とする。

【発明の効果】

【0025】

本発明によれば、画素ずらしを行なう際に撮影者ぶれ、被写体ぶれが存在したとしても、画素ずらしの効果の低下を防止でき、高解像度な画像を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0026】

本発明によれば、画素ずらしを行なう際に撮影者ぶれ、被写体ぶれが存在する場合においても、撮像素子の画素の無効部分を補間する情報の取得の確実性を高めることができるので、画素ずらしの効果の低下を防止でき、高解像度な画像を得ることができる。

【0027】

また、異なる被写体を判別する被写体判別手段をさらに備えており、前記ぶれ量導出手段は、前記被写体判別手段によって判別された被写体ごとに画像のぶれ量を導出し、前記最適画像選択手段は、前記被写体判別手段によって判別された被写体ごとに画像合成に用いる画像を選択することが好ましい。

【0028】

この構成によれば、画像全体のぶれ量と被写体のぶれ量が異なって存在するような場合にも正確にぶれ量を導出することができ、これにより画像合成に最適な画像を正確に選択することができる。

【0029】

また、画像を複数のブロックに分割するブロック分割手段をさらに備えており、前記ぶれ量導出手段は、前記ブロック分割手段によって分割されたブロック毎にぶれ量を導出し、前記最適画像選択手段は、前記ブロック分割手段によって分割されたブロック毎に画像合成に用いる画像を選択することが好ましい。

【0030】

この構成によれば、ブロック毎にぶれ量を導出し、ブロック毎に最適画像を選択するので、画像全体として高解像度な画像を得ることができる。また、ブロックの大きさを設定できるようにすれば、撮影者の意図に合わせて、画像の合成時間を短縮する設定や、画像をより精細にする設定が選択できる。

【0031】

また、前記画素ずらしのずれ量を決定するずれ量決定手段をさらに備えており、前記ずれ量決定手段は、前記最適画像選択手段が選択した画像、および前記ぶれ量導出手段が導出したぶれ量に基づいて、時系列的な撮影毎に画素ずらしのずれ量を決定し、前記画素ずらし手段は、前記ずれ量決定手段によって決定されたずれ量に基づいて、画素ずらしを行なうことが好ましい。

【0032】

この構成によれば、最適画像選択手段が選択を予定している画像を、確実に得ることができるので、高解像度化も確実になる。

【0033】

また、前記複数の光学系において撮影した画像間の視差量を導出する視差導出手段をさらに備えており、前記画像合成手段は、前記最適画像選択手段によって選択された複数の画像を、前記ぶれ量導出手段が導出したぶれ量、および前記視差導出手段が導出した視差量に基づいて補正した後、合成処理することが好ましい。

【0034】

この構成によれば、最適画像選択手段によって選択された異なる光学系で撮影した複数の画像を合成する際にも、ぶれ量、視差量ともに補正した状態で画像合成ができるので、高解像度な画像を得ることができる。

【0035】

また、前記複数の光学系は、赤色を扱う光学系、緑色を扱う光学系、および青色を扱う光学系で構成されており、前記各色を扱う光学系のうち少なくとも1つの光学系は、2個以上の光学系で構成されており、前記赤色を扱う光学系の光軸上に配置された赤色を透過

する波長分離手段、前記緑色を扱う光学系の光軸上に配置された緑色を透過する波長分離手段、および前記青色を扱う光学系の光軸上に配置された青色を透過する波長分離手段をさらに備えており、前記画素ずらし手段は、前記２個以上の同一色を扱う光学系のうち少なくとも１個の光学系が結像する画像に関しては画素ずらしを行わず、残りの光学系が結像する画像に関しては画素ずらしを行なうことが好ましい。

【００３６】

この構成によれば、ぶれ、および視差を補正した高解像度なフルカラー画像を得ることができる。

【００３７】

この場合において、前記各色を扱う光学系は、それぞれ２個以上の光学系で構成されており、前記画素ずらし手段は、前記各色を扱うそれぞれ２個以上の光学系のうち、少なくとも１個の光学系が結像する画像に関しては画素ずらしを行わず、残りの光学系が結像する画像に関しては画素ずらしを行なうことが好ましい。この構成によれば、画素ずらしの効果が確実になり、より高解像度に有利になる。

【００３８】

以下、本発明の一実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。

【００３９】

（実施の形態１）

図１は、実施の形態１に係る撮像装置の構成を示すブロック図である。システム制御手段１０１は、撮像装置の全体の制御を行なう中央演算装置（Central Processing Unit； CPU）である。システム制御手段１０１は、画素ずらし手段１０２、転送手段１０３、メモリ１０７、ぶれ量導出手段１０８、最適画像選択手段１０９、画像合成手段１１０を制御するものである。

【００４０】

撮影する被写体像（図示せず）は、撮像光学系１０４および撮像光学系１０５によって、撮像素子１０６上の異なる領域にそれぞれ結像する。そして、撮像素子１０６によって、光の強度分布として光電変換され、画像情報に変換される。画素ずらし手段１０２は、撮像光学系１０５によって撮像素子１０６上に結像する被写体像と撮像素子１０６の相対位置をずらすものである。撮像光学系１０４と撮像素子１０６との相対位置は、ずれないようにしてある。転送手段１０３は、撮像素子で生成した画像情報を、画像を記憶するメモリ１０７に伝達するものである。

【００４１】

画素ずらしを行ないながら時系列的に複数回の撮影を行なうと、メモリ１０７には、撮影した時刻ごとに、撮像光学系１０４を用いて撮影した画像情報と、撮像光学系１０５を用いて撮影した画素ずらしされた画像情報とが、順次記憶されていくことになる。

【００４２】

ぶれ量導出手段１０８は、撮像光学系１０４、すなわち画素ずらしを行なわなかった光学系によって異なる時刻に（時系列的に）撮影した画像情報を比較し、ぶれ量を導出するものである。最適画像選択手段１０９は、ぶれ量導出手段１０８によって導出されたぶれ量をもとに、画像合成に最適な画像を選択するものである。

【００４３】

画像合成手段１１０は、最適画像選択手段１０９によって選択された画像を、ぶれ量導出手段１０８で求めたぶれ量に基づいて補正を行なった後合成することにより、高解像度画像を生成するものである。

【００４４】

図２は、本実施の形態の撮像装置における全体動作を示すフローチャートである。ステップ２００の撮影開始指令により、撮影が開始し、まず、ステップ２０１の撮影前処理が行われる。これは、最適な露出時間の計算、焦点合わせ処理を行なうものである。

【００４５】

例えば、被写体と撮像装置の距離が変わると、結像距離が変化し画像がぼける現象があ

る。この現象を補正するために、撮像光学系と撮像素子との距離調整（焦点合わせ）が行われる。焦点合わせは、焦点が合った場合に撮影した画像のコントラストが最大になる特性を用い、撮像光学系と撮像素子との間（結像距離）を焦点合わせ用のアクチュエータ（図示せず）で変化させることで実現できる。

【0046】

なお、焦点合わせには必ずしもコントラストを用いる必要はなく、レーザーや電波などにより被写体の距離を計測し、焦点合わせを行なってもよい。

【0047】

また、周辺環境光などを考慮のうえ、最適な露光時間を調整する必要がある。これには、照度センサにより明るさを検出し、露光時間を設定する方法や、撮影開始前に画像取り込みをするプレビュー機能を設ける方法などがある。プレビュー機能を設ける方法は、撮影開始前に取り込んだ画像をグレイスケール化して明るさ情報に変換し、そのヒストグラムが白色（明るい）に偏っていれば、露出過剰（露光時間が長すぎる）と判定し、ヒストグラムが黒色（暗い）に偏っていれば、露出不足（露出時間が短すぎる）と判定し、露出時間を調整するというものである。

【0048】

また、プレビュー機能を有する場合、撮影開始指令前に、この前処理を行なっておくことで、撮影開始指令から、露光を始めるまでの時間を短縮することができる。

【0049】

次に、ステップ202で撮影が行われる。この撮影はステップ203の撮像素子106で光電変換を行なう（露光）処理と、ステップ204の転送手段103により撮像素子106からメモリ107に画像を転送する処理と、ステップ205の画素ずらし手段102により撮像光学系105と撮像素子106との相対位置をずらす処理を繰り返して行われる。

【0050】

前記のように、異なる時刻に撮影を行なうと、その間における撮影者ぶれ、または被写体ぶれにより画像にぶれが生じる。ステップ206では、そのぶれを補正するために、撮像光学系104により時系列的に撮影しメモリに記憶した複数の画像情報から、ぶれ量導出手段108によりぶれ量の導出を行なう。

【0051】

撮影者ぶれ、および被写体ぶれが存在すれば、画像が移動することになるので、撮影時刻の異なる2つの画像の一方を比較元画像、他方を比較先画像とし、その比較元画像のある領域が、比較先画像のどの部分に移動したかを調べることににより、撮影者ぶれ量、被写体ぶれ量を導出することができる。

【0052】

ここで、画像の比較によるぶれ量導出方法について説明する。比較元画像内の特定領域（以下、「比較元領域」という）が、比較先画像のどの領域に対応するかを調べるためには、比較先画像に比較元領域と同じサイズの評価領域を設定し、比較元領域と評価領域がどれだけ似ているかを評価する。以後、順次別の位置に評価領域を設定し、各評価領域において前記の評価をしながら、比較元領域の移動先を探索する。この場合、比較元領域と最も似ている評価領域が、比較元領域の移動先になる。

【0053】

撮像素子で撮影した画像は、それぞれの画素に対応する光強度の集合とみなせるので、画像の左上を原点とし、水平方向の右向きに x 番目、垂直方向下向きに y 番目の画素の光強度を $I(x, y)$ とすれば、画像はこの光強度 $I(x, y)$ の分布と考えることができる。

【0054】

図3に比較元領域301と評価領域302の位置関係を示す。図3の例では、比較元領域の左上の画素の位置が (x_1, y_1) であり、右下の画素の位置が (x_2, y_2) となるような長方形の形に比較元領域を設定している。この場合、比較元領域から右方向に m

画素、下方向に n 画素移動した評価領域 (m, n) は、左上の画素が $(x_1 + m, y_1 + n)$ で、右下の位置が $(x_2 + m, y_2 + n)$ となる領域で表すことができる。

【0055】

この評価領域と比較元領域の相関（どれだけ似ているか）を表す評価値 $R(m, n)$ は、（数1）に示すように、各画素における光強度の差分の絶対値総和によって表される。

【0056】

【数1】

$$R(m, n) = \sum_{y=y_1}^{y_2-y_1} \sum_{x=x_1}^{x_2-x_1} |I_1(x, y) - I_2(x+m, y+n)|$$

【0057】

比較元領域と評価領域とが似ているほど、両領域において対応する両画素間の光強度の差は小さくなる。このため、評価値 $R(m, n)$ は、比較元領域と評価領域の光強度分布（画像）の相関が大きい（似ている）ほど小さい値を示すことになる。

【0058】

また、本発明においてぶれ量を導出する際には、最適画像選択手段109により画像を選択するために、撮像素子106の画素ピッチ以下（以下、サブピクセルとする）の精度でぶれ量を導出する必要がある。サブピクセルでぶれ量を導出する方法としては、もとの光強度 $I(x, y)$ から各々のピクセル間を内挿したデータ $I'(x, y)$ を新たに作成し、 $I'(x, y)$ をもとに（数1）によって評価値 $R(m, n)$ を算出することで実現することができる。データの内挿の方法としては、線形補間、非線形補間いずれの方法を用いてもよい。

【0059】

以上より、ぶれ量を導出するには、 m, n の値を変化させて、評価値が比較元領域と一番似ている評価領域をサブピクセルの精度で探索することになる。この場合、撮影者ぶれ、および被写体ぶれのぶれ方向は特定方向に限定されないので、 m, n の値は負の値（左方向や上方向に移動した領域の評価）を含めて検討を行なう必要がある。

【0060】

また、比較先画像の全ての範囲を評価できるように m, n を変化させてもよいが、手ぶれなどで大きく被写体の結像が移動し、撮像素子の受光範囲から外れると画像として合成できないので、一般的に、所定の範囲に m, n を限定し、計算時間を短縮するのが好ましい。このようにして見出した評価値 $R(m, n)$ が最小値となる m, n の組合せが、比較元領域に対応する比較先画像の領域の位置を示すぶれ量となる。

【0061】

なお、比較元領域は長方形に限る必要はなく、任意形状を設定することが可能である。また、評価値の算出は、光強度の差分の絶対値総和に限る必要はなく、各領域で正規化してから相関を求めるなど、相関を示す関数であれば、どのような関数を用いて評価値を算出してもよい。

【0062】

次に、ステップ207では、ぶれ量導出手段108によって導出されたぶれ量をもとに、最適画像選択手段109を用いて画像合成に最適な画像を選択する。最適な画像の選択方法はユーザーの設定により決定することができる。1つの方法として、図4Aに示すように、ぶれ量導出手段108によって導出されたぶれ量をぶれベクトル401とした場合について考える。この場合、ぶれベクトル401を、ぶれベクトルの終点に最も近い光電変換部までのベクトル402と、その最も近い光電変換部を起点とし、ぶれベクトル401の終点までのベクトル403とに分ける。

【0063】

図4Bは、ベクトル403を含む画素とその周辺の画素の拡大図である。404は画素ピッチの基点を中心とする、垂直方向、水平方向を基準とした1/4画素ピッチの領域で

あり、405は画素ピッチの基点を中心とする、垂直方向、水平方向を基準とした1/2画素ピッチの領域である。

【0064】

本実施の形態では、ベクトル403の大きさの絶対値が、0画素ピッチから1/4画素ピッチの範囲内にあるときは、画素ずらしを行なった光学系105で撮影した画像を選択する。これに対して、ぶれ量が1/4画素ピッチから1/2画素ピッチの範囲内である時は画素ずらしを行わなかった光学系104で撮影した画像を選択する。このことにより、ぶれが生じる前に撮像した画像の無効部分を補間する画像情報が確実に得られることになる。一方、撮像光学系が一つの場合には、このような無効部分を補間する画像情報が得られるかどうかは、確率によって定まり、確実性に欠けることになる。

【0065】

図4の例では、ぶれベクトル403は、1/4画素ピッチから1/2画素ピッチの範囲内であるので、最適画像選択手段109は、画素ずらしを行わなかった光学系104における画像を選択する。

【0066】

なお、本実施の形態では、撮像素子の垂直、水平方向の画素ピッチを基準に最適画像の選択を行なったが、斜め方向の画素ピッチを基準としてもよい。また、状況に応じて画素ピッチの基準を混在させてもよい。

【0067】

次に、ステップ208では、メモリ107に記憶した、最適画像選択手段109によって選択された画像を、ステップ206で導出したぶれ量に基づき補正した後合成し、高解像度画像を生成する。

【0068】

図5に、ぶれ量補正方法の概念図を示す。画像501～504は、メモリに記憶された画像であり、異なる2つの時刻（以下、「撮影時刻1」、「撮影時刻2」という）に、撮像光学系104および撮影光学系105で撮影した画像である。

【0069】

画像501は撮影時刻1に撮像光学系104によって撮影した画像、画像502は撮影時刻1に撮影光学系105によって撮影した画像、画像503は撮影時刻2に撮像光学系104で撮影した画像、画像504は撮影時刻2に撮像光学系105で撮影した画像である。領域501aは、画像501の中のある領域である。画像502において、領域501aに写っていた被写体像と同じ画像が写っている領域を502aとする。

【0070】

ここで、撮影時刻2において撮影した画像503においては、領域501aに写っていた被写体像は、領域503cに移動していたものとする。この領域503cと、領域503cの元の位置503a（領域501aと同じ位置）との差であるベクトル503bが、撮影者ぶれ、または被写体ぶれによる領域501aのぶれ量である。

【0071】

同様に、撮影時刻2に撮影した画像504においては、領域502aに写っていた被写体像は、領域504eに移動していたものとする。画像504は、画素ずらしを行なって撮影しているので、領域504eと、領域504eの元の位置領域504a（領域502aと同じ位置）との差であるベクトル504fは、撮影者ぶれ、または被写体ぶれによるぶれ量であるベクトル504bと、画素ずらしより意図的にずらしたベクトル504dを足し合わせたものである。

【0072】

通常の画素ずらしの場合は、画像504eを合成することになるので、本来抽出する予定であった画像（504c）を正確に抽出することはできず、画像が劣化することになる。

【0073】

しかし、撮像光学系104と撮像光学系105とにおいて、同じタイミングで撮影を行

なっているので、撮影者ぶれ、または被写体ぶれによるぶれ量は、画像503と画像504とで差を生じない（ベクトル503bとベクトル504bが等しい）。このため、画像501と画像503から求めたぶれ量（ベクトル503b）を、画素ずらしを行ない画像合成する際に考慮することによって、正しく画像合成を行うことができる。これにより、高解像度な画像を得ることができる。

【0074】

このように、画素ずらしを行なわない光学系で、画素ずらしの撮影タイミングと同時に撮影することにより、その画像を基準に撮影者ぶれ、被写体ぶれなどのぶれを正確に補正することが可能である。

【0075】

前記の補正方法により、最適画像選択手段109によって選択しメモリ107に記憶した画像の補正を行なった後、画像合成手段110を用いて画像合成を行なうことにより、画像が劣化することなく高解像度画像を生成することができる。

最後にステップ209では、合成した画像を出力し、一連の撮影動作が完了する。以下、実施例を参照しながら、実施の形態1をより具体的に説明する以下に、具体的に実施をした実施例を示す。

【0076】

（実施例1）

本実施例の撮像光学系と画素ずらし手段および撮像素子の構成を図6に示す。撮像光学系として、直径3mmの非球面レンズ601a、601bを2枚用いた。レンズの光軸は図6中のZ軸とほぼ平行となっている。

【0077】

レンズ601bの光軸上にガラス板602を設け、圧電アクチュエータおよび傾斜機構によりガラス板602を傾けることによって、画素ずらしを行なう構成とした。図6中には、圧電アクチュエータおよび傾斜機構の図示は省略している。ガラス板602には、幅（図6中、X軸方向）1cm、高さ1cm（同Y軸方向）、厚さ（同Z軸方向）500 μ mの光学ガラスであるBK7を用いた。

【0078】

撮像素子603として、隣り合う画素のピッチが2.4 μ mの白黒CCD603を用いた。ガラス板602および撮像素子603の受光面は、図6中のXY平面とほぼ平行となっている。また、各光学系に1対1に対応するように撮像素子603を、2つの領域603aと603bとに分けている。画素ピッチの1/2（1.2 μ m）だけ画素ずらしを行なうには、ガラス板を約0.4度傾斜させる必要がある。この構成により、1回の画素ずらしを行なって撮像素子の無効部分に画素を移動させた画像と元画像の2枚の画像を合成して画像を生成する構成とした。

【0079】

この構成により、メモリに記憶された画像を図7に示す。1枚目の画像を撮影した時刻を撮影時刻1、画素ずらしを行なった後（ガラス板を傾斜させた後）に2枚目の画像を撮影した時刻を撮影時刻2とする。

【0080】

701および702は、撮影時刻1にレンズ601aおよびレンズ601bを通じて撮影した画像である。703は、撮影時刻2に、画素ずらしを行なわない光学系であるレンズ601aを通じて撮影した画像であり、704は、撮影時刻2に、画素ずらしを行なう光学系であるレンズ601bを通じて撮影した画像である。

【0081】

本実施例では、被写体の移動が十分小さい場面（例えば風景など）を撮影した。したがって、撮影時刻1に撮影した画像である701と撮影時刻2に撮影した画像である703には被写体ぶれはなく、ぶれが存在する場合には、撮影者ぶれにより画像全体が移動しているものと仮定できる。

【0082】

この場合、画像全体がある条件のもと均一に移動するので、撮像時刻 1 に画素ずらしを行なわない光学系で撮影した画像 7 0 1 の中央部分の例えば 100×100 画素の領域が、撮影時刻 2 に同光学系で撮影した画像 7 0 3 のうち、どの領域に移動したかを前記の（数 1）を用いた画像比較方法で評価するだけで、ぶれ量を導出できる。なお、比較する領域のサイズは任意に設定できる。

【0083】

このぶれ量をもとに、最適画像選択手段 1 0 9 で合成する画像の選択を行なった。本実施例では、図 4 を用いて説明した前記の方法を用いて最適画像を選択した。導出されたぶれ量のうち図 4 におけるベクトル 4 0 3 に対応する量の絶対値は、0.1 画素ピッチであったため、本実施例においては画素ずらしを行なった光学系における画像を選択した。

【0084】

次に、画素ずらしを行なった光学系で撮影した画像 7 0 4 を前記の導出したぶれ量に基づいて補正した後、画像 7 0 2 と合成することで高解像度な画像を生成することができた。

【0085】

なお、本実施例では画素ずらし手段としてガラス板を傾斜させる方法を用いているが、この方法には限らない。例えば、圧電素子を用いたアクチュエータや、電磁アクチュエータなどを用いて撮像素子やレンズを所定量だけ物理的に動かしてもよい。

【0086】

また、本実施例では、画素ずらしを行なわない光学系においてはガラス板を設けていないが、ガラス板を設けたうえで傾斜させないようにしても画素ずらしが行なわれないことになる。この構成によれば、初めから画素ずらし手段を設けていない場合と比べて、画素ずらしをする、しないの自由度が増える。

【0087】

この構成は前記のガラス板による方法以外の画素ずらしの場合も同様である。例えば、圧電素子を用いたアクチュエータを画素ずらし手段として用いる場合、初めからアクチュエータを設けず画素ずらしを行なわない構成にすることもできるが、アクチュエータを設けた上で意図的に動かさないことによっても画素ずらしを行なわない構成とすることができる。

【0088】

この場合も、先に述べた平行平板の場合と同様に、初めから画素ずらし手段を設けない場合と比べて、画素ずらしをする、しないの自由度が増える。

【0089】

また、本実施例では 1 つの撮像素子を異なる 2 つの領域に分けているが、それぞれの光学系と 1 対 1 に対応するように異なる 2 つの撮像素子を用いてもよい。撮像素子の形態は、複数の撮像領域がそれぞれの光学系と 1 対 1 に対応していればどのような形態でもよい。

【0090】

ここで、図 8 は撮影者ぶれの概念図を示している。図 8 A は被写体とカメラとが平行移動した場合の図であり、図 8 C の A 図はこの場合の撮影時刻 1 と 2 との間の画像の変化を示している。図 8 B はカメラが横方向に回転した場合の図であり、図 8 C の B 図はこの場合の撮影時刻 1 と 2 との間の画像の変化を示している。

【0091】

図 8 C から分かるように、撮影者ぶれは、図 8 A のように被写体とカメラが平行移動した場合よりも、図 8 B のようにカメラが横方向に回転して光軸がぶれる場合の方が、画像に与える影響が大きい。図 8 B はカメラが横方向に回転した例であるが、縦方向に回転した場合も同様である。

【0092】

さらに回転の場合は、被写体とレンズの距離が一部変化するため、画像にわずかなひずみが生じることになる。このわずかにひずんだ画像を単純に重ね合わせると、本来重なりあう部分が、重なり合わず、画素ずらしによっても高解像度化する効果を得ることができ

ない。

【0093】

そこで、この回転による画像のひずみを検出し、補正する必要がある。前記の実施例1の方法では、特定の1ヶ所の評価領域を対象に撮影者ぶれ量を求めたが、複数の評価領域を設定し、それぞれの場所におけるぶれ量を求めることで、それぞれの評価領域における撮影者ぶれ量および、画像のひずみを求めることができる。画像のひずみを導出するには、最低2ヶ所の評価領域を設定する必要がある。この画像のひずみにしたがって、重ね合わせる画像を変形することにより、画像劣化を防止し、高解像度画像を得ることができるようになる。

【0094】

（実施例2）

実施例2は、撮影対象の被写体（例えば人や動物など）の移動量が存在する点が実施例1と異なる。実施例2では、1枚目の画像を撮影し、そのデータをメモリに記憶して2枚目の撮影を行なうまでの間に、被写体が別の場所に移動してしまい、1枚目の画像と2枚目の画像では、被写体の一部が別の場所に移動するような場面を撮影することも前提としている。

【0095】

基本的な構成については実施例1と同様であるので、重複部分については説明を省略する。被写体の移動が顕著な場合は、画像全体がある条件の下で均一に移動することがなく、実施例1のように画像の一部領域の移動から、全体の移動を推定することができない。

【0096】

そこで実施例2では、画像を複数のブロックに分割するブロック分割手段を備えており、ブロック毎にぶれ量を導出するようにしている。ブロック分割手段は、システム制御手段101で制御され、画素ずらしを行なわない光学系で撮影した1枚目の画像全体を10×10画素のブロックに分割する。ぶれ量導出手段108は、そのブロックごとに、画像がそれぞれ2枚目の画像のどの位置に対応するのかを調べるようにしている。画像の移動量の導出には（数1）を用いた。

【0097】

図9は実施例2においてメモリに記憶された画像を示したものである。図9Aは撮影時刻1に撮影した画像であり、図9Bは画素ずらしを行なわなかった光学系において撮影時刻2に撮影した画像である。また、図9Cはブロックごとに導出した画像の移動量を示したものである。

【0098】

図9Cにおいて、Aと示しているブロックは図9Aにおいて右に10．1画素のぶれが導出されたブロックであり、Bと示しているブロックは図9Aにおいて左に8．8画素のぶれが導出されたブロックである。なお、図9においては、詳細なぶれ量に対応させた図は省略している。

【0099】

次に、最適画像選択手段109によって合成する画像の選択を行なった。画像選択の方法は、実施例1と同様な方法を用いた。図9CにおいてAと示されているブロックにおいては、図4におけるベクトル403に対応する量の絶対値が0．1画素ピッチであるため、画素ずらしを行なった光学系における画像を選択した。

【0100】

図9CにおいてBと示されているブロックにおいては、図4におけるベクトル403に対応する量の絶対値が0．2画素ピッチとなるため、画素ずらしを行なった光学系における画像を選択した。

【0101】

このように画像をブロックに分割し、ブロックごとの動きを捉えることで撮影者ぶれによるぶれ量と、被写体ぶれによるぶれ量の分布を分けて得ることができる。また、各ブロックに対して、画像合成に最適な画像をぶれ量をもとに選択することができる。

【0102】

また、ブロック分割手段による分割するブロックの大きさを設定できるようにすれば、撮影者の意図に合わせて最適な画像合成が可能になる。例えば、画素ブロックを大きく分割すれば、画像合成にかかる時間が短縮できる。逆にブロックを小さく分割すれば、各ブロックにおけるぶれ量を詳細に導出することができ、合成した画像がより精細になる。

【0103】

次に、それぞれのブロックに対し、最適画像選択手段によって選択された画像を、ぶれ量導出手段108で導出された各ブロックのぶれ量に基づき補正した後合成することにより、被写体の移動が大きい場合でも、高解像度な画像を得ることができた。

【0104】

なお、ユーザーの選択によって、撮影者ぶれのみ補正を行ない、被写体ぶれの補正を意図的に行わないように画像処理することにより、動きのある場面の躍動感を強調する補正モードを設けることもできる。

【0105】

また、前記の実施例2では最適画像選択手段によって選択された画像はすべて同一光学系における画像の例であるため、ぶれ量の補正のみを行ない同一光学系で撮像した画像の合成を行なっている。しかしながら、図4におけるベクトル403に対応する量の絶対値の値によっては、画像ずらしを行なったもう一方の光学系で撮像した画像を選択することになる。すなわち、最適画像選択手段109によって選択される画像がブロック間において、異なる光学系で撮影された画像になることもあり得る。

【0106】

異なる光学系で撮影された画像間には、実施の形態2で説明するように、視差が生じる場合がある。視差は後に説明する実施の形態2のような構成により補正可能である。すなわち、異なる光学系で撮影された画像を選択した場合であっても、視差を補正して合成することにより、高解像度の画像を得ることは可能である。

【0107】

また、被写体ぶれが存在する場合、画素ずらしを行なった画像間で一部被写体に隠れる部分が存在する可能性がある（図9CにおいてXで示したブロック）。このような場合には、その部分だけ画素ずらしによる合成を行なわずにある特定の時刻に撮影した画像のみを選択することも可能である。

【0108】

また、撮影前に、動く可能性のあるブロックと動く可能性の少ないブロックとをユーザーがあらかじめ選択しておけば、撮影後のぶれ量導出における計算コストは少なくなる。

【0109】

（実施例3）

実施例3は、画像の中の異なる被写体を判別する被写体判別手段を用いている点が前記の実施例1、2と異なっている。被写体判別手段を用いることにより、被写体ごとにぶれ量を導出することが容易となるため、撮影者ぶれに加えて被写体ぶれが存在するような、画像の中でぶれ量が異なる場合にもぶれ量を正確に導出することができる。

【0110】

また、実施例2で説明したように画像をブロックに分けてぶれ量を導出する場合にも、被写体ごとにブロック分けを行なったり、被写体ごとにブロックの大きさを変えたりすることができる。また、画像合成を行なう際に、ある特定の被写体のみ選択的に合成を行なうこともできる。

【0111】

被写体判別手段としては、電波などにより被写体までの距離を測り、異なる画像領域を識別する手段、画像処理によりエッジ検出などを行ない異なる被写体を判別する手段などがある。これらに限るものではなく、画像の中の異なる被写体を判別できれば、具体的手段は問わない。本実施例における基本的な構成については、実施例1と同様であるので重複部分については説明を省略する。

【0112】

図10は、実施例3で撮影した画像、および被写体判別手段により判別した被写体群を示す図である。実施例3では、撮影した画像を10×10画素のブロック（縦11×横9）に分け、それぞれのブロックごとに電波により被写体までの距離を測り異なる被写体を判別した。被写体の判別では、距離の測定においてある誤差範囲内に入るものを同一被写体として判別した。実施例3では、誤差範囲を5%とした。

【0113】

図10Aは撮影時刻1に撮影した画像であり、図10Bは撮影時刻2に画素ずらしを行わずに撮影した画像である。また、それぞれの画像を分割したブロックごとに電波により測定した距離（単位はメートル）を示している。

【0114】

撮影時刻1に撮影する前、電波により被写体の距離を測定したところ、図10Aのように、大きく2つの被写体群を判別できた。1つは距離およそ5メートルにおける被写体群1、もう1つは距離およそ2メートルにおける被写体群2である。それぞれの被写体群は、前記の誤差範囲内に入る距離で判別されている。

【0115】

撮影時刻2に撮影する前、電波により被写体の距離を測定したところ、それぞれの被写体群は図10Bのように判別された。実施例3では、これら被写体群ごとに画素ずらし前後におけるぶれ量の導出を行なった。

【0116】

ぶれ量導出手段108により、それぞれの被写体群のぶれ量を導出したところ、被写体群1に関しては、図中左方向に10.3画素ピッチのぶれが導出された。このぶれは、図中には1ブロックのぶれとして図示している。被写体群2に関しては、被写体ぶれが大きく、一部画像からはみ出してしまっているため、被写体群全体としてのぶれ量を正確に導出することができなかった。

【0117】

そこで実施例3においては、撮影時刻2に撮影した画像において、被写体群1のみぶれ補正を行ない画像合成を行なうことにした。最適画像選択手段109によって画像を選択する方法は、実施例1と同様な方法を用いた。

【0118】

図4におけるベクトル403に対応する量の絶対値が0.3画素ピッチであるので、最適画像選択手段109により画素ずらしを行なわない光学系により撮影された画像を選択した。そして、被写体群1においては最適画像選択手段109により選択された画像の合成処理を行ない、その他の部分においては、撮影時刻1に撮影した画像のうち、画素ずらしを行なわない光学系の画像を用いて画像を生成した。

【0119】

実施例3のように、被写体判別手段を用いて異なる被写体を判別することにより、その被写体ごとにぶれ量の導出が行なえるため、正確に画像のぶれ量を補正することができる。

【0120】

また、撮影者ぶれ、および被写体ぶれにより画像が一部撮影範囲内からはみ出してしまい画像を認識できない場合は、その画像領域において画素ずらしによる高解像度化を行わず、撮影した複数の画像の中から1枚のみを選択することも可能である。

【0121】

（実施の形態2）

実施の形態2は、異なる光学系で撮影した画像を合成することが実施の形態1と異なっている。同一の光学系で撮影した画像を合成する場合には、ぶれ補正を行ない、画像合成を行なうことで高解像度な画像を得ることができる。

【0122】

しかしながら、異なる光学系で撮影した画像を合成する際には、光学系が異なることに

より視差が生じることになる。本実施の形態は、異なる光学系で撮影した画像を合成する際に、視差を補正するものである。以下に、実施例を参照しながら説明する。

【0123】

(実施例4)

図11に、実施例4に係る撮像光学系、画素ずらし手段および撮像素子の構成を示す。撮像光学系として、直径3mmの非球面レンズ1101a~1101dを用いた。レンズの光軸は、図11中のZ軸とほぼ平行となっている。各レンズの前(被写体側)には、特定の波長のみを透過する波長分離手段としてカラーフィルター1102a~1102dを設けた。1102a、1102dは緑色を透過するカラーフィルター、1102bは赤色を透過するカラーフィルター、1102cは青色を透過するカラーフィルターである。1103a~1103dは各レンズと1対1に対応する4つの撮像素子であり、特定の色成分のみを受光する構成となっている。各光学系(色成分)により形成された画像を合成することにより、カラー画像が生成される。

【0124】

撮像素子の画素ピッチは、本実施例では3 μ mである。また、各レンズおよび撮像素子は、図11中のX軸と平行かつ等間隔に設置されており、各撮像素子の受光面は、図11中のXY平面とほぼ平行となっている。1104は画素ずらし手段となる圧電微動機構である。

【0125】

撮像素子1103a~1103cは圧電微動機構に取り付けられ、図中X方向、Y方向に駆動可能である。1103dは、圧電微動機構とは独立しており、画素ずらしを行わない構成となっている。

【0126】

図12に圧電微動機構の上面図を示す。中央部分のステージ1201に、撮像素子が設置される。積層型の圧電素子1202a、1202bによってステージ1201を図中のX軸方向に微動し、積層型の圧電素子1203a~1203dによって、ステージ固定枠1202を図中のY軸方向に微動する。このことにより、撮像素子を撮像素子の水平面内で直交する2軸方向に、独立して微動させることができる。

【0127】

本実施例では、1回の撮影指令により画素ずらしを行ないながら4枚の画像を撮影した。各撮像素子はX方向、Y方向に画素ピッチの1/2(1.5 μ m)ずつ移動させながら撮影を行なう構成にした。具体的には、画素ずらしを行なわない状態で撮影後(1枚目)、X方向に1/2ピッチ動かし撮影を行ない(2枚目)、次にX方向の位置を保ったままY方向に1/2ピッチ動かし撮影を行ない(3枚目)、最後にY方向の位置を保ったままX方向に-1/2ピッチ動かし撮影を行なった(4枚目)。これら4枚の画像を合成することによって、高解像度な画像を得ることができる。

【0128】

画素ずらしを行なわない撮像光学系1101dを用いて時系列的に撮影した複数の画像からそれぞれの撮影時刻におけるぶれ量を導出した。導出したぶれ量をもとにして、最適画像選択手段109で画素ずらしを行なった光学系における画像が選択された。画像の選択方法としては、図4に示した方法を用いた。そして、緑、赤、青色に対応する撮像光学系である1101a、1101b、1101cを用いて画素ずらしを行ない撮影したそれぞれの画像に対して、ぶれ量の補正を行なった。本実施例の撮像装置では、後に説明するように視差量を補正した上で、同じ時刻に異なる撮像光学系1101a~1101cで撮影した画像を重ね合わせて、フルカラー画像を生成する。

【0129】

なお、ぶれ量が異なれば、最適画像選択手段109が選択する画像は、画素ずらしを行なわない撮像光学系1101dで撮像した画像であることも起こり得る。本実施例では、画素ずらしを行なわない撮像光学系として赤、青色に対応した撮像光学系は備えていない。このため、存在しない光学系における色を計算によって作り出して合成する構成として

もよい。

【0130】

また、ぶれ量に関係なく、画素ずらしを行なった光学系における画像を選択する構成としてもよい。この場合は、ぶれ量によっては、画素ずらしの効果が低減する場合もあるが、ぶれ量補正については特別不利にはならない。

【0131】

また、緑、赤、青色の各色すべてについて、画素ずらしを行なわない撮像光学系を備えた構成にすれば、最適画像選択手段109が選択する画像が、画素ずらしを行なわない撮像光学系の場合であっても、確実に高解像度な画像が得られる。

【0132】

次に、異なる光学系で被写体を撮影する場合、被写体の距離に応じて、撮像素子上に結像する被写体像の相対位置が異なる（視差が生じる）ことになる。

【0133】

ここで、視差について図13を用いて説明する。簡単のため、同じ特性の2つの撮像光学系1301a、1301bが距離D離れた位置に設置されており、その結像面がそれぞれ1302a、1302bであるとする。このとき、撮像光学系1301aと1301bとで、異なる位置から同一被写体を観察することになる。このため、結像面1302a、1302b上で結像する画像の間には視差が生じる。

【0134】

視差量 Δ は、（数2）で与えられる。Dは撮像光学系1301aの光軸と撮像光学系1301bの光軸との間隔、fは撮像光学系1301aおよび1301bの焦点距離、Aは被写体と撮像光学系1301aおよび1301bとの距離である。

【0135】

【数2】

$$\Delta = D \cdot f / (A - f)$$

【0136】

Aが十分大きく、被写体が無限遠にあるとみなせる場合は、視差量 Δ は $D \cdot f / A$ と表すことができ、 Δ は0とみなすことができる。この場合は、撮像光学系1301aと1301bとにより撮影した画像は同一のものとみなすことができるので、そのまま合成処理することが可能である。

【0137】

しかし、Aが小さい場合は、視差量 Δ は有限の値となり、無視することができない。すなわち、撮像光学系1301aと撮像光学系1301bとで撮影した画像は被写体の距離に依存して、視差によるずれがある画像であり、同一とみなすことができない。したがって、そのまま、重ねあわせて合成することができない。

【0138】

この視差を補正するために、画素ずらしを行なって4回撮影するうちの1回目にレンズ1101aと1101dによって撮影した画像をそれぞれ 24×24 画素の正方形ブロックに分割し、前記のぶれ量導出の場合と同様に（数1）を用いて画像を比較し移動量（視差量）を導出する。この場合、レンズ1101aで撮像した画像の正方形ブロックを比較元領域とすると、レンズ1101dで撮像した画像の正方形ブロックが評価領域になる。

【0139】

なお、ブロックの分割の方法はこの方法に限らず、画素数や形状を変えて分割してもよい。

【0140】

ぶれ導出のときとは異なり、視差が生じる方向は撮像素子の原点（撮像素子と、それぞれが対応する光学系の光軸との交点）を結ぶ直線方向に限られるので、視差検出の際には、その方向に合わせて（数1）におけるm、nの組み合わせを限定すればよい。

【0141】

この視差量をもとに、被写体の距離Aを同時に求めた。残りのレンズ1101bおよび1101cで撮影した画像に関しても撮影光学系の設置距離から視差量を算出して補正することができる。本実施例では、レンズおよび撮像素子ともに等間隔となるように設置している。

【0142】

このため、(数2)において、レンズ1101aと1101bとの間のDの値、レンズ1101aと1101cとの間におけるDの値は、それぞれレンズ1101aと1101dとの間におけるDの値の、 $1/3$ 、 $2/3$ となる。したがって、レンズ1101b、1101cの各光学系における視差量は、それぞれレンズ1101aと1101dとの間の視差量の $1/3$ 、 $2/3$ となる。

【0143】

ここで、前記のように、画素ずらしを行ない撮影した各画像に対して、ぶれ量の補正をするとともに、各色に対応した画像(同一光学系で時系列的に撮像した画像)毎に合成することにより、3色分の高解像度単色画像を得ることができる。

【0144】

次に、この各色に対応した高解像度単色画像(異なる光学系において撮影した画像)を合成する際に、前記のように視差導出手段によって導出した視差量に基づいてそれぞれの高解像度単色画像間の視差補正を行なう。その後、3色分の高解像度単色画像を合成処理することにより、高解像度なフルカラー画像を得ることができる。

【0145】

なお、画像合成の順番は前記の順番に限らない。例えば、まず同じ時間(例えば撮影時刻1)に画素ずらしを行って撮影して得た異なる色光学系における画像を視差補正後に合成し、フルカラー画像を生成する。次に、生成されたフルカラー画像をメモリに記憶する。その後、異なる時間(例えば撮影時刻2)に画素ずらしを行って撮影して得た異なる色光学系における画像を同様に合成し、フルカラー画像を得てメモリに記憶する。最終的に画素ずらし毎(異なる時刻毎)にメモリに記憶されたフルカラー画像を合成することで、高解像度なフルカラー画像を得ることができる。

【0146】

このように視差量を導出することで、異なる光学系の画像を合成する際の画像補正が正確に行なえ、これらの補正した画像をそれぞれ合成することで、高解像度なカラー画像を生成することができる。

【0147】

なお、4つの光学系を1つの直線上に配置する必要はない。図14Aに、4つの光学系の配置の別の例を示している。図14Aの例は、4つの光学系を長方形状に配置したものである。G0、G1は緑、Rは赤、Bは青を示している。

【0148】

この場合、視差量の導出には、まず対角線上に配置された緑色の光学系間における視差を導出する。それぞれの光学系は図に示すようにほぼ長方形状に配置されているため、残りの赤色、青色の光学系における視差量は、先に導出した対角線上に配置された緑色の光学系間における視差量の直交成分となる(図14B参照)。

【0149】

また、本実施例ではレンズの前にカラーフィルターを設けて波長分離を行なったが、レンズと撮像素子の間にカラーフィルターを設けたり、レンズ上に直接カラーフィルターを形成したりしてもよい。

【0150】

また、カラーフィルターは、R、G、Bの3原色に限る必要はなく、補色フィルターを用いて波長を分離し、画像処理によりカラー情報を反転し合成してもよい。

【0151】

さらに、波長分離手段はカラーフィルターに限らない。例えば、画素ずらし手段としてガラス板を用いて傾斜させる機構を用いた場合には、そのガラス板として色ガラスを用い

ることでもある。このように、波長分離手段としては、所定の波長成分のみを分離する手段であれば、具体的手段は問わない。

【0152】

また、本実施例の構成においては、視差計算を行なうことにより、被写体距離の情報が得られるので、実施例3のように画像の中の被写体を判別することができる。すなわち被写体判別手段として視差判別手段によって導出された距離を用いることができる。従って判別された被写体ごとに画像のぶれを導出することによって、より詳細なぶれ量導出が可能となる。

【0153】

また、緑色を扱う光学系で撮影された画像を比較し、視差およびぶれ量を導出した例で説明したが、緑色に限らず全ての色において同様な結果を得ることが可能である。

【0154】

また、前記のように、画素ずらしを行なわない光学系を全ての色成分に対応させて設け、高解像度をより高めるようにしてもよい。この場合は、ぶれ量導出がより確実になるという効果も得られる。例えば、完全に青色の物体が被写体ぶれした場合、緑色を扱う光学系のみでぶれ量導出を行なうと、波長分離手段により青色の物体情報が失われてしまうため、ぶれ量を導出することができなくなる。一方、画素ずらしを行なわない光学系を全ての色成分に対応させて設けたことにより、それぞれの色成分ごとにぶれ量を比較することが可能になる。このことにより、ぶれ量の情報を失うことを防止でき、ぶれ補正がより確実になる。

【0155】

また本実施例において、視差補正をするときはレンズ1101dの光軸上にフィルター1102dが設置され、画素ずらしを行なうときには、フィルター1102dがレンズ1101dの光軸上から外れるように構成してもよい。このような構成とすることで、視差補正を行なうときは完全に同じとみなせる緑色の2つの画像を比較することになるので、視差を精度よく導出することができる。

【0156】

また、画素ずらしを行なうときには、フィルターを外すことにより、その光学系に対応する撮像素子は白黒の撮像素子と等価になる。この構成にすることで、例えば完全に青色の被写体がぶれた場合にも、輝度情報としてぶれを導出することができるので、正確にぶれ補正を行なうことができる。

【0157】

（実施の形態3）

実施の形態3は、画素ずらしのずれ量を決定するずれ量決定手段を用いている点が、実施の形態1、2と異なっている。このため、本実施の形態は、撮影のフローチャートも、実施の形態1、2と異なっている。

【0158】

実施の形態1において説明した図2のフローチャートでは、画素ずらしにおける撮影を終了後、撮影した画像を比較してぶれ量を導出し、最適画像選択手段109で画像合成に最適な画像を選択した。本実施の形態においては、画素ずらしを行なう前にずれ量決定手段によって画素ずらしのずれ量を決定するため、図2のフローチャートではなく、図15に示すフローチャートを用いる。

【0159】

以下、本実施の形態を、図15に沿って説明する。撮像装置の基本的な構成については、実施の形態1または実施の形態2の場合と同様であるので、ずれ量決定手段は省略した上で図1を用いて説明する。

【0160】

ステップ1500、ステップ1501は、実施の形態1で説明した図2のステップ200、201と同様であるので説明を省略する。次に、ステップ1502で撮影が行われる。ステップ1502は、ステップ1503からステップ1508を1単位としている。

【0161】

ステップ1503、ステップ1504については、実施の形態1で説明した図2のステップ203、204と同様である。ステップ1505では、画素ずらしを行わない系で撮影され、メモリに記憶された画像を比較することで、ぶれ量を導出する。ぶれ量の導出としては、実施の形態1で説明したように、画像全体から導出してもよいし、ブロックごとに導出してもよい。また、被写体ごとに導出してもよい。

【0162】

ステップ1506では、導出されたぶれ量をもとに最適画像選択手段によって、画像合成に最適な画像を選択する。最適な画像を選択する方法としては、実施の形態1で図4を用いて説明した方法などを用いることができる。ステップ1507では、ステップ1505により導出されたぶれ量、ステップ1506により選択された画像をもとに、以降の画素ずらしにおけるずれ量を決定する。

【0163】

ステップ1508では、ステップ1507において決定されたずれ量をもとに、画素ずらし手段102を用いて画素ずらしを行なう。以降、所定の回数に達するまでステップ1502を繰り返す。撮影終了後、ステップ1509において、視差導出手段により最適画像選択手段によって選択された画像の視差量を導出する。そしてステップ1510において導出されたぶれ量、視差量をもとに画像を補正した後合成し、ステップ1511において画像を出力して一連の撮影動作を完了する。以下、実施例を参照しながらより具体的に説明する。

【0164】

（実施例5）

実施例5に係る撮像光学系、画素ずらし手段および撮像素子の構成を図16に示す。本実施例の基本的な構成は、図6の実施例1と比べると、撮像光学系であるレンズ1601a、1601bおよび撮像素子1603に関しては、実施例1と同様なものを用いているが、画素ずらし手段としてガラス板1602a、1602bを2枚用いている点が異なっている。

【0165】

ガラス板による画素ずらしの方法は、実施例1に示した方法と同様であるが、本実施例では、各ガラス板を傾斜させることで、図16におけるX方向、Y方向に画素ずらしが可能な構成となっている。図16中において傾斜手段の図示は省略している。本実施例では、ガラス板1602aを傾斜させることによりX方向の画素ずらしを、ガラス板1602bを傾斜させることによりY方向の画素ずらしを行なった。ガラス板1602a、1602bそれぞれには、実施例1と同様なBK7を用いた。

【0166】

本実施例では、画素ずらしを行ない4回撮影を行なうものとした。図17に画素ずらしの順序を示す。画素ずらしにおいて、ずれ量は撮像素子の垂直方向、水平方向ともに半画素ピッチである $1.2\mu\text{m}$ とした。図17Aの例では、画素ずらしを行なわない状態で撮影後（1枚目）、ガラス板1602aをX方向に $1/2$ ピッチ相当分傾斜させて撮影を行ない（2枚目）、次にガラス板1602aの位置を保ったままガラス板1602bをY方向に $1/2$ ピッチ相当分傾斜させて撮影を行ない（3枚目）、最後にガラス板1602bの位置を保ったままガラス板1602aをX方向に $-1/2$ ピッチ相当分傾斜させて撮影を行なった（4枚目）。このことにより、図17Bのような各画素の無効部分を補間した撮像状態が得られる。

【0167】

本実施例では被写体の移動が十分小さい場面（例えば風景など）を撮影した。したがって、被写体ぶれはなく、ぶれが存在する場合には、撮影者ぶれにより画像全体が移動しているものと仮定できる。ぶれ量の導出に関しては、実施例1と同様な方法を用いた。

【0168】

まず、実施の形態1における図2に示すフローチャートを用いて、ずれ量決定手段を用

いずに撮影を行なった結果を図 1 8 に示す。図 1 8 には画素ずらしにおける予定のずれ量を示す図（図 1 8 中、ずれ量）、各々の撮影において導出されたぶれ量を示す図（図 1 8 中、画素ずらしを行なわない光学系）、および画素ずらしを行なう光学系において撮影された図（図 1 8 中、画素ずらしを行なう光学系）を合わせて示す。

【0 1 6 9】

図 1 8 には、画素ずらしにおけるずれ量を実線のベクトルとして、導出されたぶれ量を破線のベクトルとして示してある。それぞれのベクトルは、最左上の光電変換部のみについて示しているが、すべての撮像領域において一様に同じベクトルだけ画素ずらしにおけるずれ、および撮影中のぶれが存在するとする。以下、図 1 8 を用いて撮影の流れに沿って説明する。

【0 1 7 0】

まず、図 1 7 に示した画素ずらしの順序で 4 枚の撮影を行なった。次に画素ずらしを行なわない光学系で撮影した画像を比較してぶれ量を導出した。導出されたぶれ量は図 1 8 の通りである。

【0 1 7 1】

1 枚目に撮影した画像ではぶれが導出されず、2 枚目に撮影した画像では、画素ずらしを行なわない光学系においては、図 1 7 における 3 枚目に撮影する予定の場所に画像全体がぶれていた。この場合、画素ずらしを行なう光学系においては図 1 7 における 4 枚目に撮影する予定の場所にて撮影を行なっている（図 1 8 の 2 枚目の欄の 3 列目参照）。

【0 1 7 2】

3 枚目に撮影した画像では、画素ずらしを行なわない光学系においては、光電変換部に画像全体がぶれていた。この場合、画素ずらしを行なう光学系においては図 1 7 における 3 枚目に撮影する予定の場所にて撮影を行なっている（図 1 8 の 3 枚目の欄の 3 列目参照）。

【0 1 7 3】

4 枚目に撮影した画像では、画素ずらしを行なわない光学系においては、光電変換部に画像全体がぶれていた。この場合、画素ずらしを行なう光学系においては図 1 7 における 4 枚目に撮影する予定の場所にて撮影を行なっている（図 1 8 の 4 枚目の欄の 3 列目参照）。

【0 1 7 4】

次に、導出されたぶれ量をもとに最適画像選択手段を用いて、合成するのに最適な画像の選択を行なった。上述のとおり、撮影された結果得られた画像の情報は、図 1 7 において 1 枚目、3 枚目、4 枚目に撮影する予定の画像のみである。よって、最適画像選択手段は、図 1 8 において、画素ずらしを行なった光学系の画像の中から、網掛けで示した画像を選択した。そして、選択された画像を導出されたぶれ量をもとに補正し、画像の合成を行なった。最後に画像を出力して一連の撮影を終了した。

【0 1 7 5】

このように画素ずらしを行ない、最適画像選択手段を用いて合成をすることで、確かに画像は高解像度化される。しかし、図 1 7 における 2 枚目に撮影する予定であった画像の情報が欠落したまま画像合成を行なっており、本来期待していた解像度が得られていない。

【0 1 7 6】

そこで本実施例においては、図 1 5 に示したフローチャートを用い、撮影を行なった。撮影した結果を図 1 9 に示す。以下、図 1 9 を用いて撮影の流れに沿って説明する。

【0 1 7 7】

まず 1 枚目の撮影を行なった。ぶれ量導出手段 1 0 8 でぶれ量を導出したところ、1 枚目の撮影においてぶれは導出されなかった。導出されたぶれ量をもとに、最適画像選択手段 1 0 9 で、1 枚目の撮影において図 1 9 において網掛けで示した画像を選択した。次に、ずれ量決定手段を用いて、2 枚目の撮影におけるずれ量は、予定通り、図 1 7 における 2 枚目の撮影の場所に決定した。

【0178】

次に、2枚目の撮影を行なった。ぶれ量導出手段108でぶれ量を導出したところ、2枚目の撮影において、画素ずらしを行なわない光学系においては図17における3枚目に撮影する予定の場所へのぶれが導出された。この場合、画素ずらしを行なう光学系においては、図17における4枚目に撮影する場所で画像を撮影している（図19の2枚目の欄の3列目参照）。導出されたぶれ量をもとに、最適画像選択手段109で、図19中に網掛けで示した、2枚目の撮影における画素ずらしを行なわない光学系で撮影した画像、画素ずらしを行なう光学系で撮影した画像の両方を選択した。

【0179】

次に、ずれ量決定手段を用いて3枚目における画素ずらしのずれ量は、2枚目の撮影において撮影できなかった、図17における2枚目の撮影の場所に決定した。

【0180】

次に3枚目の撮影を行なった。ぶれ量導出手段でぶれ量を導出したところ、画素ずらしを行なわない光学系においては光電変換部へのぶれが導出された。この場合、画素ずらしを行なう光学系においては、図17における2枚目に撮影する予定の場所で画像を撮影している（図19の3枚目の欄の3列目参照）。導出されたぶれ量をもとに、最適画像選択手段で、図19中に網掛けで示した画像を選択した。

【0181】

3枚目の撮影までに、予定していた4枚分の情報を得ることができたので、3枚目にて撮影を終了した。次に、それぞれの撮影において導出されたぶれ量および視差量をもとに、最適画像選択手段によって選択された画像の補正を行ない、画像合成手段によって画像を合成することで、高解像度化された画像を得ることができた。

【0182】

このように、ずれ量決定手段を用いることで、当初の予定通りに撮影が進まなかった場合にも、その都度画素ずらしにおけるずれ量を変化させながら撮影を行なうことで、高解像度な画像を得ることができた。

【0183】

なお、本実施例では、それぞれの撮影後にずれ量決定手段を用いて画素ずらしのずれ量を決定し、次の撮影を行なっているが、例えば複数枚のまとまった撮影を行なった後に、ずれ量決定手段で以降の撮影における画素ずらしのずれ量を決定するようにしてもよい。この場合、まとまって撮影した情報を用いて以降の撮影のずれ量を決定できるため、撮影にかかる時間が短縮できる。

【0184】

また、本実施例ではガラス板1602aを用いてX方向の画素ずらしを、ガラス板1602bを用いてY方向の画素ずらしを行なっているが、それぞれ逆の方向の画素ずらしを行なってもよい。

【0185】

また、本実施例ではガラス板を2枚用いてX、Y方向の画素ずらしを行なっているが、1枚のガラス板を用い、傾斜手段によりX、Yの2方向に独立に駆動するようにしてもよい。

【0186】

また、本実施例では画素ずらし手段としてガラス板を傾斜させる方法を用いているが、この方法には限らない。例えば、圧電素子を用いたアクチュエータや、電磁アクチュエータなどを用いて撮像素子やレンズを所定量だけ機械的に動かしてもよい。

【0187】

また、本実施例では、画素ずらしを行なわない光学系においてはガラス板を設けていないが、ガラス板を設けたうえで傾斜させないようにしても画素ずらしが行なわれないことになる。この構成とすることによって、初めから画素ずらし手段を設けていない場合と比べて、画素ずらしをする、しないの自由度が増える。

【0188】

さらに、この構成は前記の別の方法による画素ずらしの場合も同様である。例えば、圧電素子を用いたアクチュエータを画素ずらし手段として用いる場合、初めからアクチュエータを設けず画素ずらしを行なわない構成にすることもできるが、アクチュエータを設けた上で意図的に動かさないことで画素ずらしを行なわない構成とすることができる。この場合も、先に述べた平行平板の場合と同様に、初めから画素ずらし手段を設けない場合と比べて、画素ずらしをする、しないの自由度が増える。

【0189】

また、本実施例では1つの撮像素子を異なる2つの領域に分けているが、それぞれの光学系と1対1に対応するように異なる2つの撮像素子を用いてもよい。撮像素子の形態は、複数の撮像領域がそれぞれの光学系と1対1に対応していればどのような形態でもよい。

【0190】

また、本実施例ではぶれとして撮影者ぶれのみを假定できる状況であって、画像全体のぶれが一樣である状況を撮影しているが、被写体ぶれなどが存在し、全体のぶれ量が一樣ではない場合も存在する。例えば、最適画像選択手段109により選択した画像がブロックごと、被写体ごとに異なる場合は、ずれ量決定手段により決定するずれ量は一部の画像を最適化するように選んでもよい。

【0191】

例えば、特定の被写体（人物）を高解像度化するように選んでずれ量を決定することができる。この場合、選択された一部の画像以外の部分は、画素ずらしによる高解像度化を行わず、1枚目に撮影した画像のみを選択することもできる。

【0192】

図20は、図15に示したフローチャートを用いて撮影を行なった場合の別の例に係る撮影結果を示している。図20に示す例は、図17に示す順序で4回撮影を行ない高解像度化を実現しようとしたところ、3枚目までの撮影においては、ぶれが導出されず予定通り撮影されていたが、4枚目の撮影のみ図20に示すようなぶれが導出された例である。

【0193】

この場合、4枚目までの撮影においては、図17における1枚目、2枚目、3枚目に撮影する予定だった情報しか得ることができていない。このため、このまま合成を行なっても4枚目に撮影する予定だった画像は欠落したままで予定通りの高解像度化が実現できないことになる。

【0194】

そこで、図20に示す例では、図17における4枚目に撮影する予定の画像を得ることができるまで撮影を行なうことにした。5枚目の撮影を行なったところ、図20に示すようなぶれが導出された。5枚目の撮影において、画素ずらしを行なわない光学系における画像は、図17における4枚目に撮影する予定の画像に相当する。このため、最適画像選択手段109によって5枚目の撮影において画素ずらしを行わずに撮影した画像を選択し、撮影を終了した。

【0195】

このように、画素ずらしによる高解像度化において予定していた画像を得ることができなかった場合には、その画像を得ることができるまで撮影を続けて行なうこともできる。また図20を用いて説明したように最後の撮影のみが予定通りではない場合のみに限らず、途中の撮影において予定通りに撮影を行なえなかった場合にも適用することができる。

【産業上の利用可能性】

【0196】

以上のように、本発明によれば、画素ずらしを行なう際に撮影者ぶれ、被写体ぶれが存在したとしても、画素ずらしの効果の低下を防止でき、高解像度な画像を得ることができる。このため、本発明は、例えばデジタルスチルカメラ、携帯電話などにおける撮像装置に有用である。

【図面の簡単な説明】

【0197】

【図1】本発明の実施の形態1に係る撮像装置の構成を示すブロック図。

【図2】本発明の実施の形態1に係る撮像装置における全体動作を示すフローチャート。

【図3】本発明の一実施の形態に係る比較元領域と評価領域との位置関係を示す図。

【図4】本発明の一実施の形態に係る最適画像選択方法の概念図。

【図5】本発明の一実施の形態に係るぶれ量補正方法の概念図。

【図6】本発明の実施例1に係る撮像光学系と画素ずらし手段および撮像素子の構成図。

【図7】本発明の実施例1においてメモリに記憶された画像を示す図。

【図8】撮影者ぶれの一例を示す概念図。

【図9】本発明の実施例2においてメモリに記憶された画像を示す図。

【図10】本発明の実施例3で撮影した画像、および被写体判別手段により判別した被写体群を示す図。

【図11】本発明の実施の形態2に係る撮像光学系、画素ずらし手段および撮像素子の構成図。

【図12】本発明の実施例4に係る圧電微動機構の上面図。

【図13】視差について説明する図。

【図14】本発明の一実施の形態に係る撮像光学系の配置例を示す図。

【図15】本発明の実施の形態3に係る撮像装置における全体動作を示すフローチャート。

【図16】本発明の実施例5に係る撮像光学系と画素ずらし手段および撮像素子の構成図。

【図17】本発明の実施例5に係る撮影順序を示す図。

【図18】本発明の実施例5において図2のフローチャートを用いて撮影を行なった結果を示す図。

【図19】本発明の実施例5において図11のフローチャートを用いて撮影を行なった結果を示す図。

【図20】本発明の実施例5において図11のフローチャートを用いて撮影を行なった結果を示す図。

【図21】従来の画素ずらしを用いた高解像度化の一例を示す概念説明図。

【図22】従来の画素ずらしの問題を説明する図。

【図23】従来の画素ずらしの問題を説明する図。

【符号の説明】

【0198】

102 画素ずらし手段

104 画素ずらしを行なわない撮像光学系

105 画素ずらしを行なう撮像光学系

106 撮像素子

107 メモリ

108 ぶれ量導出手段

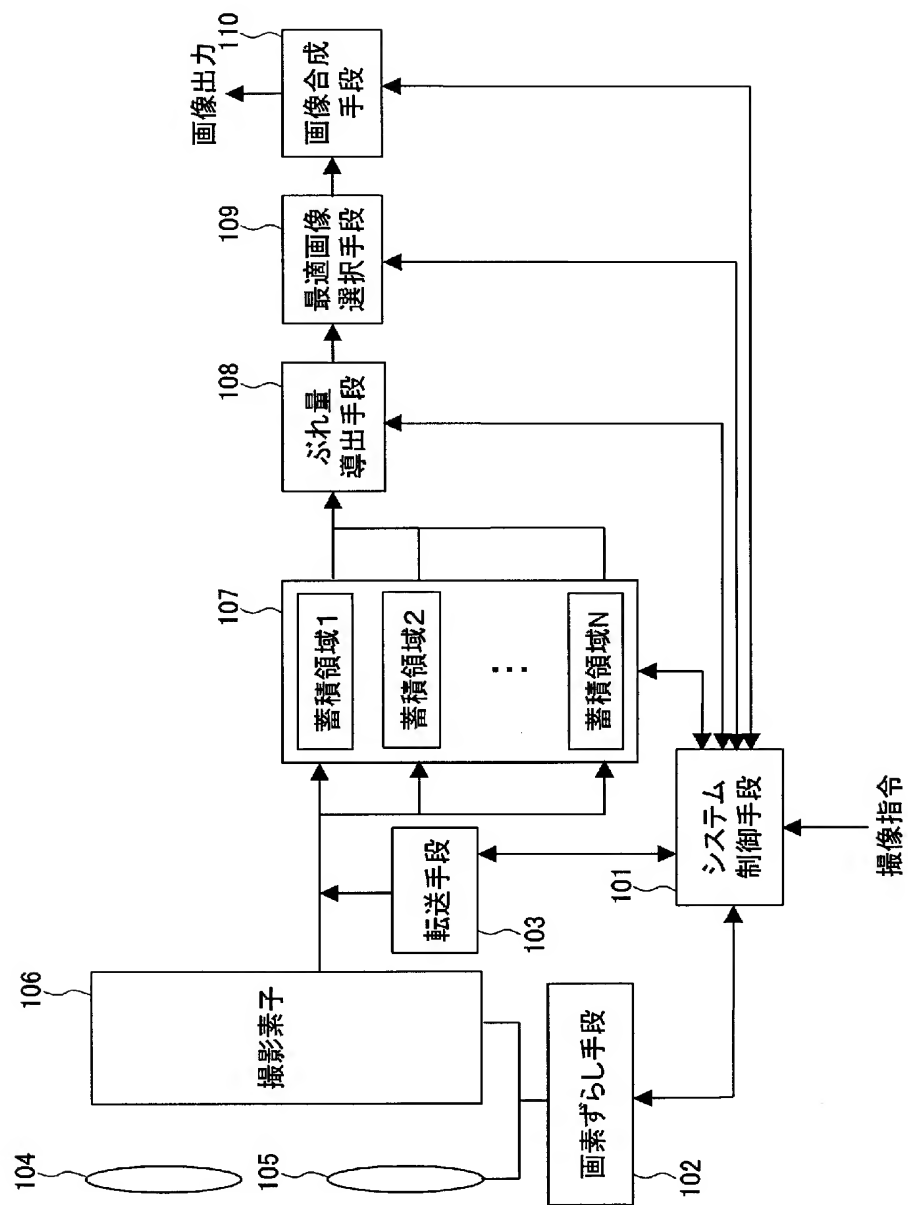
109 最適画像選択手段

110 画像合成手段

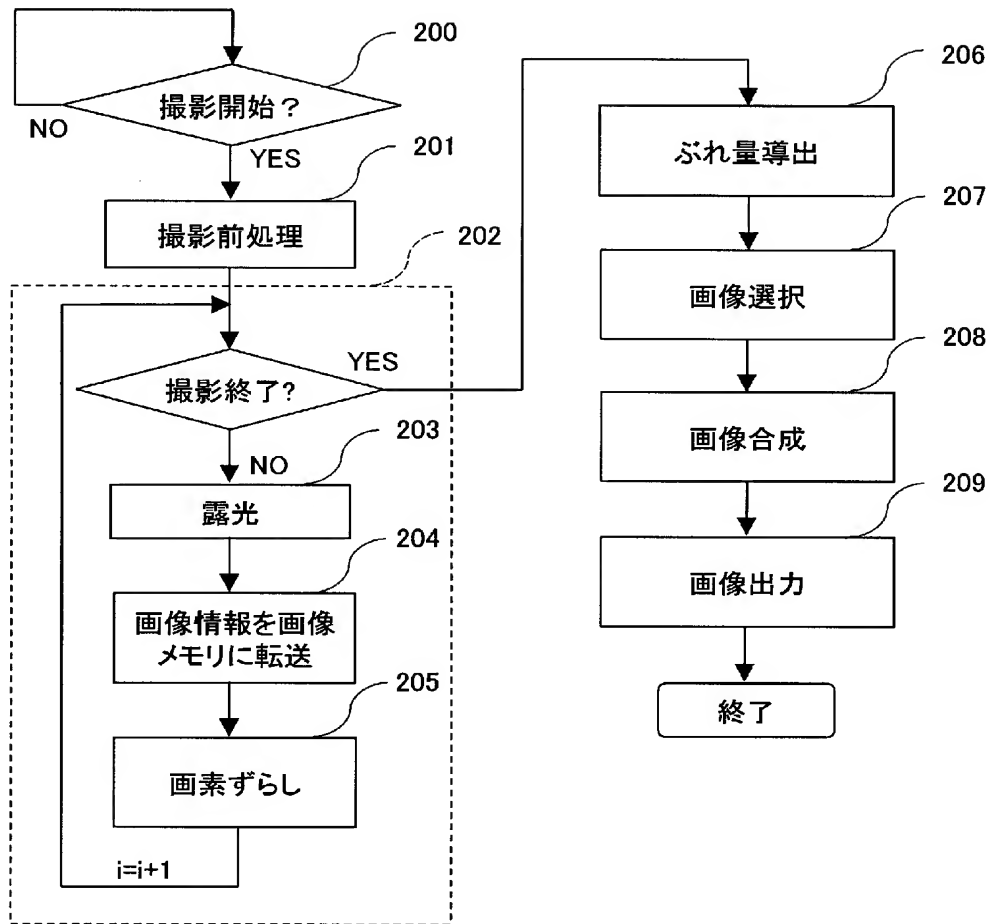
1101 a, 1101 b, 1101 c, 1101 d レンズ

1102 a, 1102 b, 1102 c, 1102 d カラーフィルター

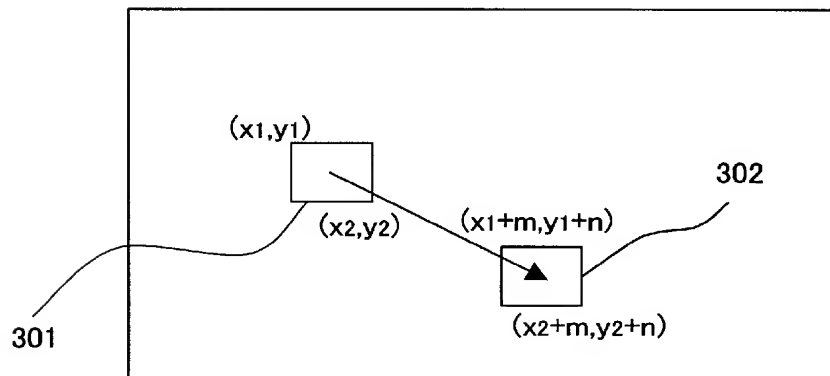
1104 圧電微動機構

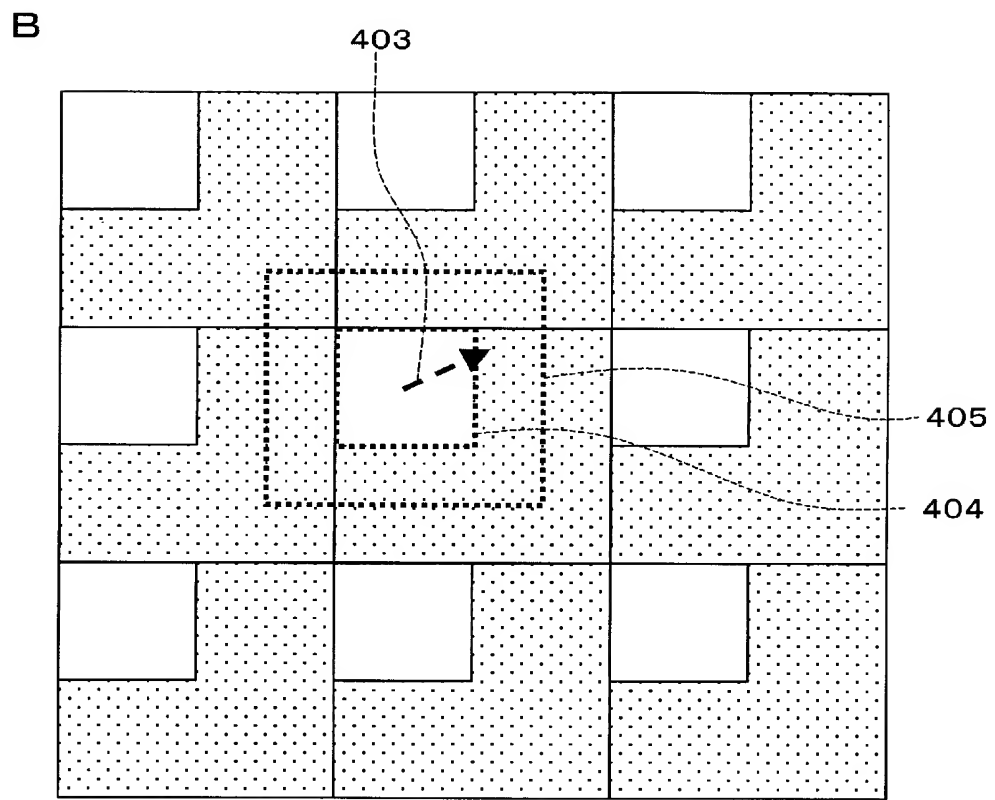
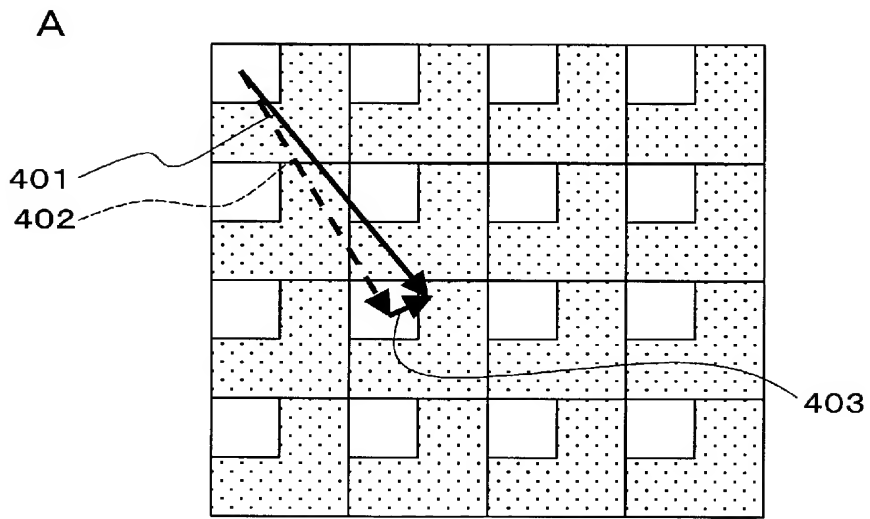


【図 2】

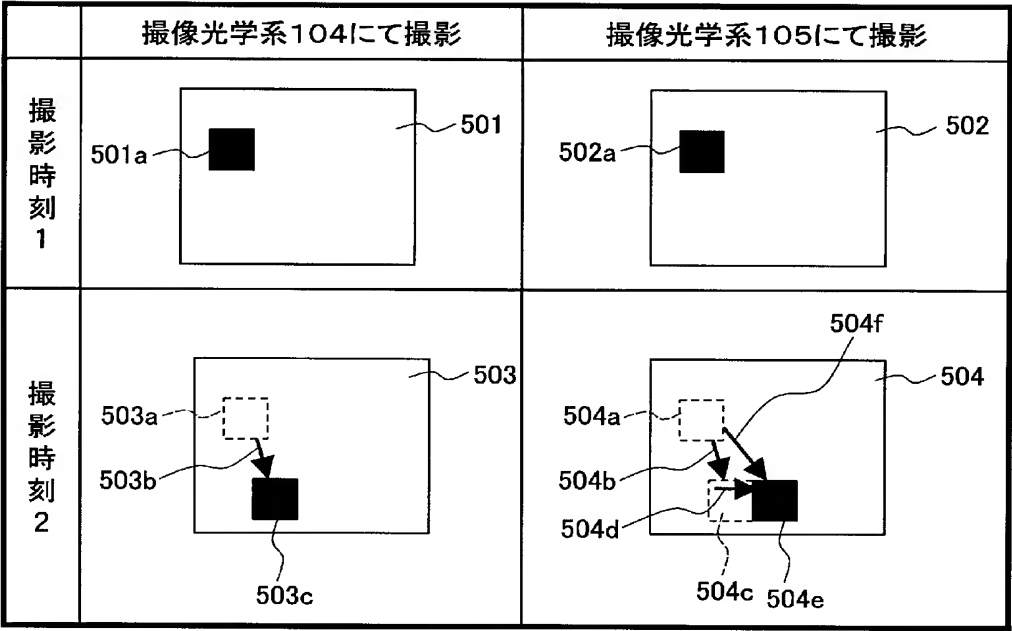


【図 3】

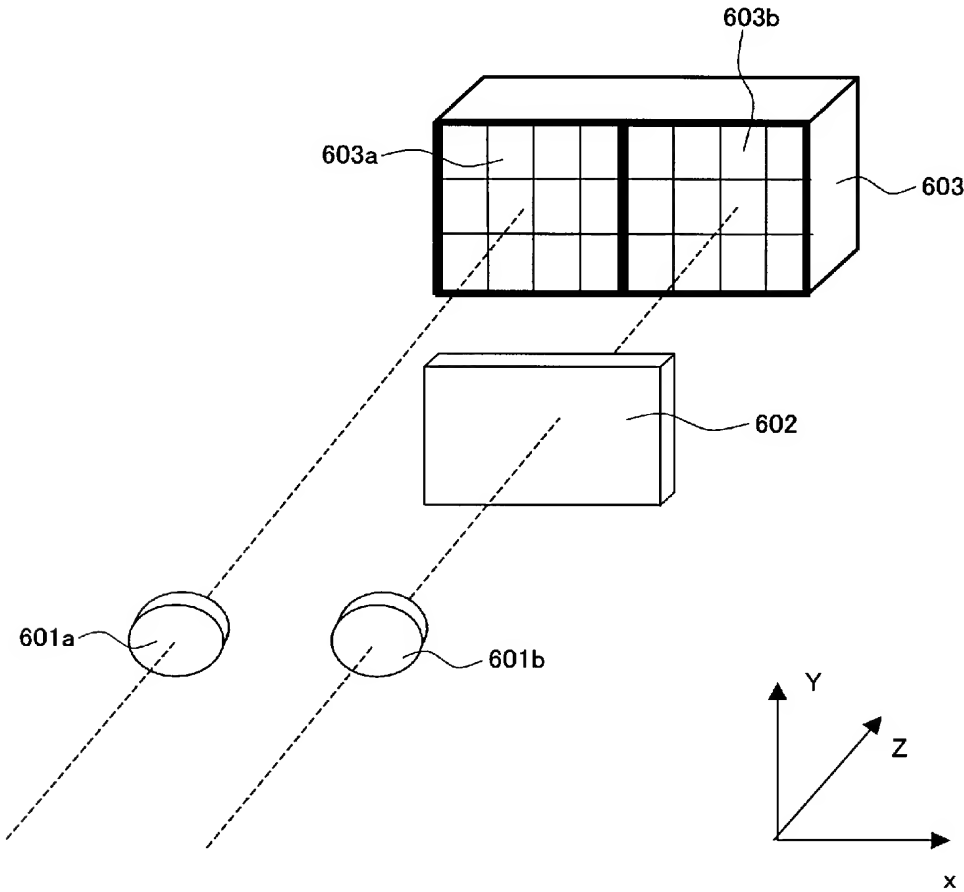


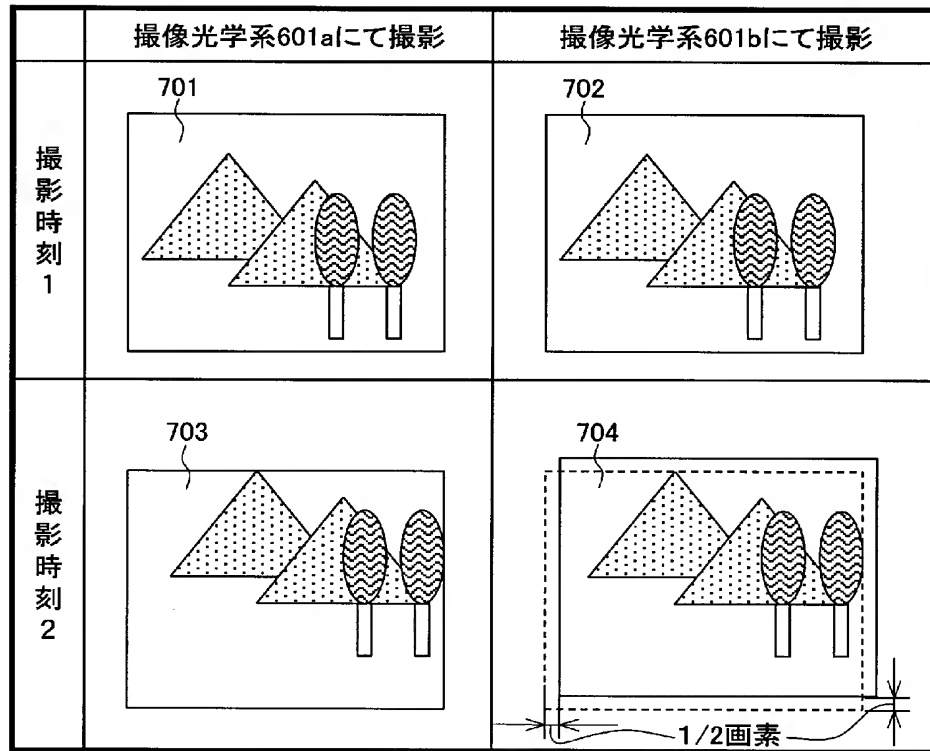


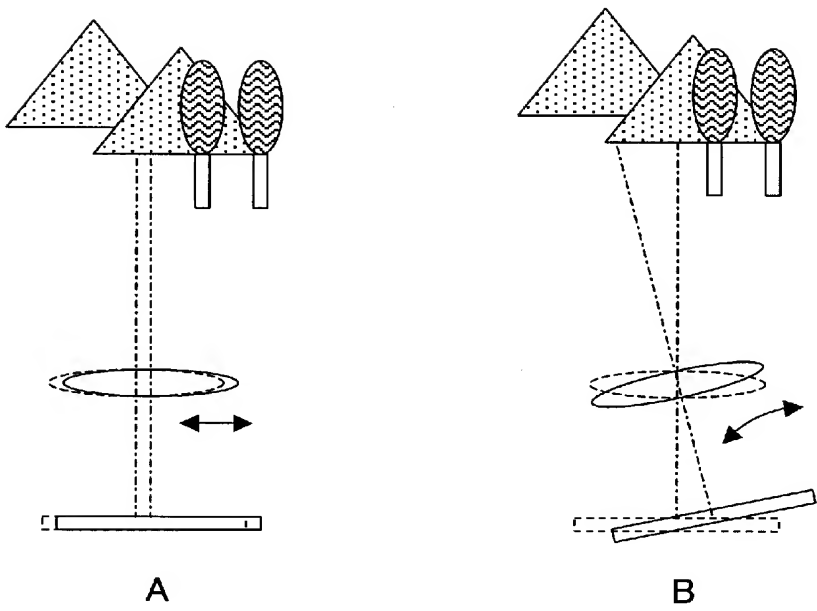
【図 5】

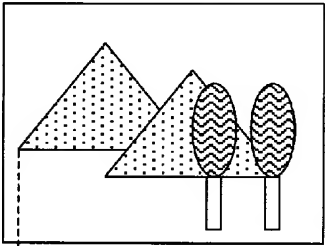
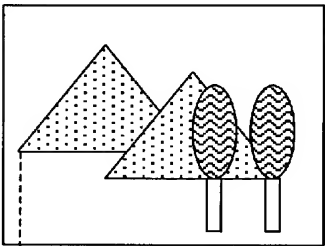
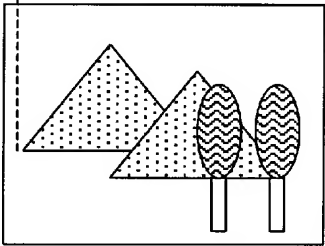
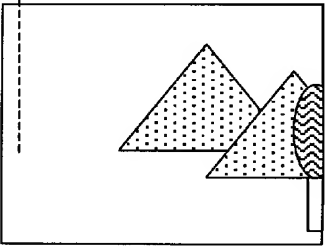


【図 6】



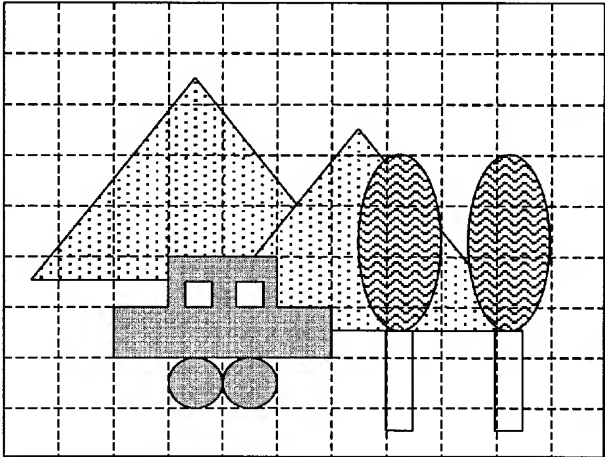
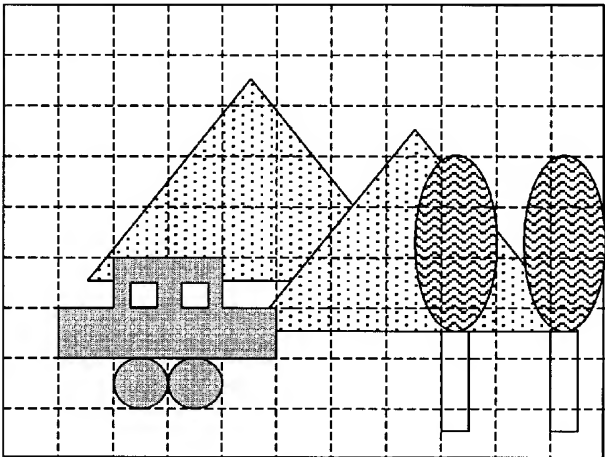




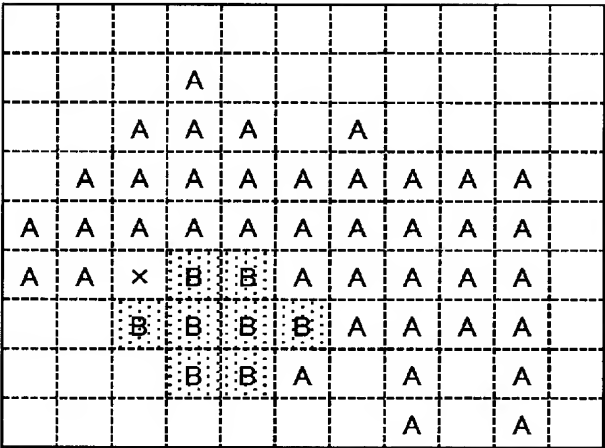
	A	B
攝影時刻 1		
攝影時刻 2		

C

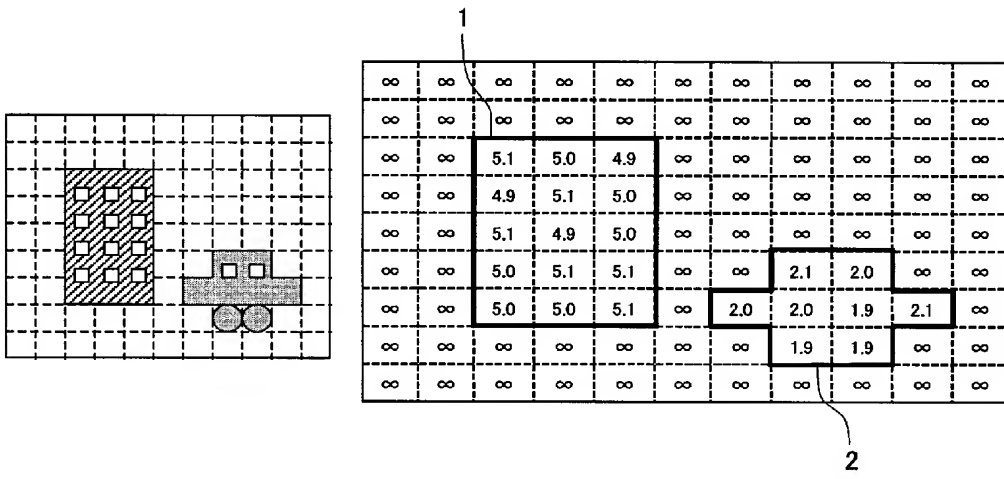
A

**B**

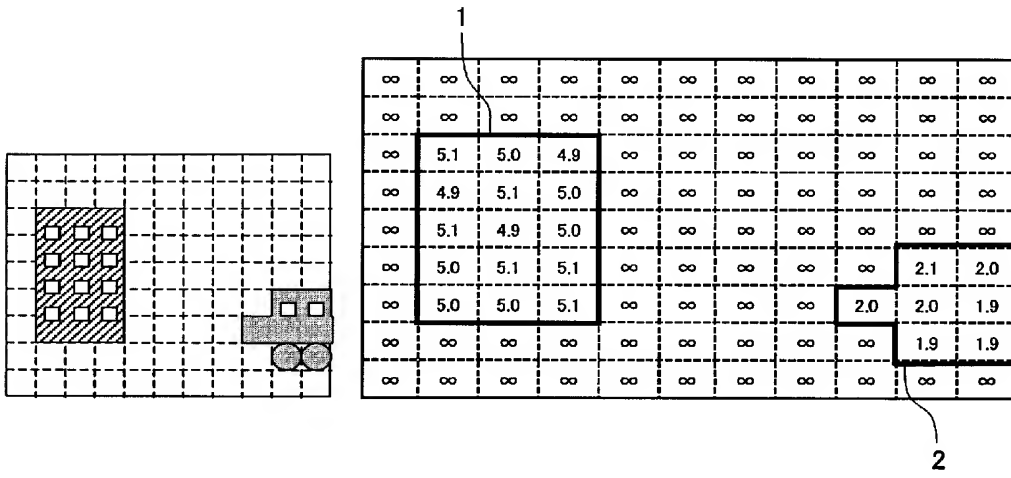
C

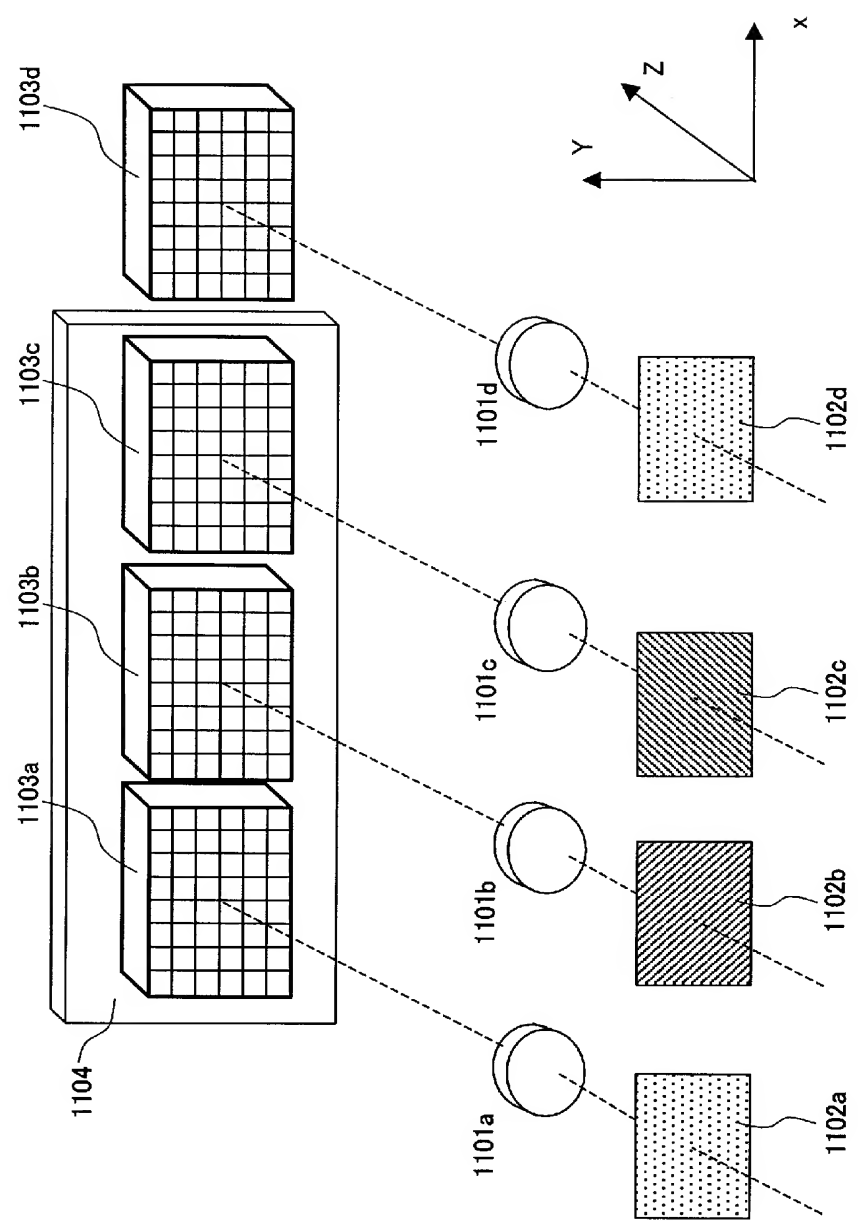


A

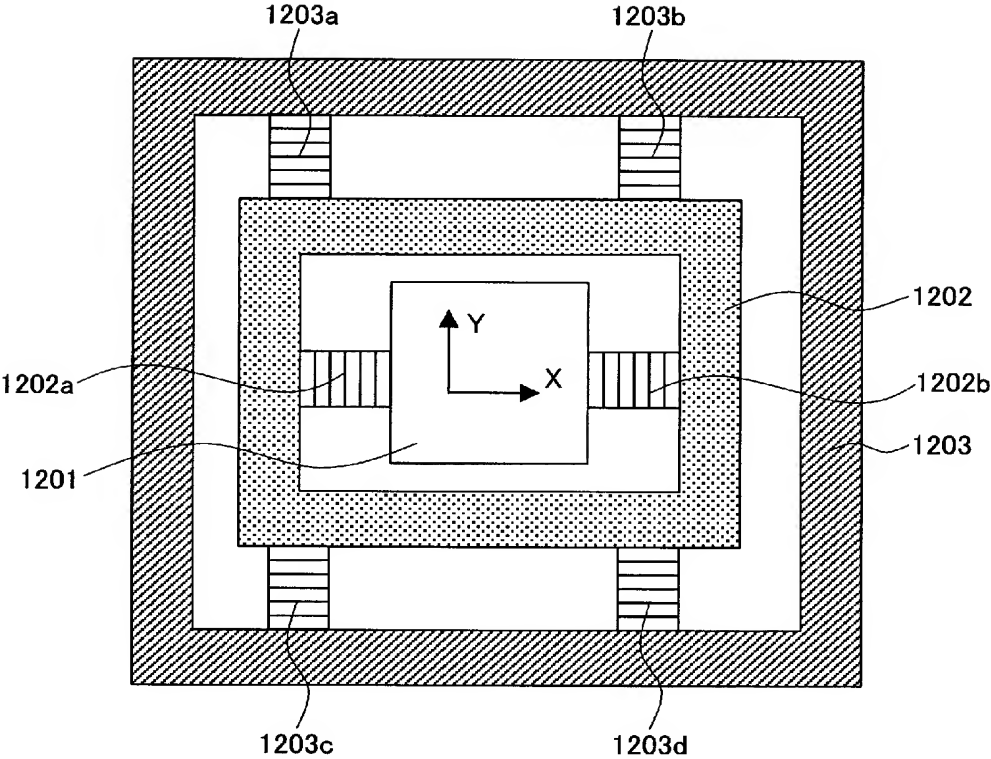


B

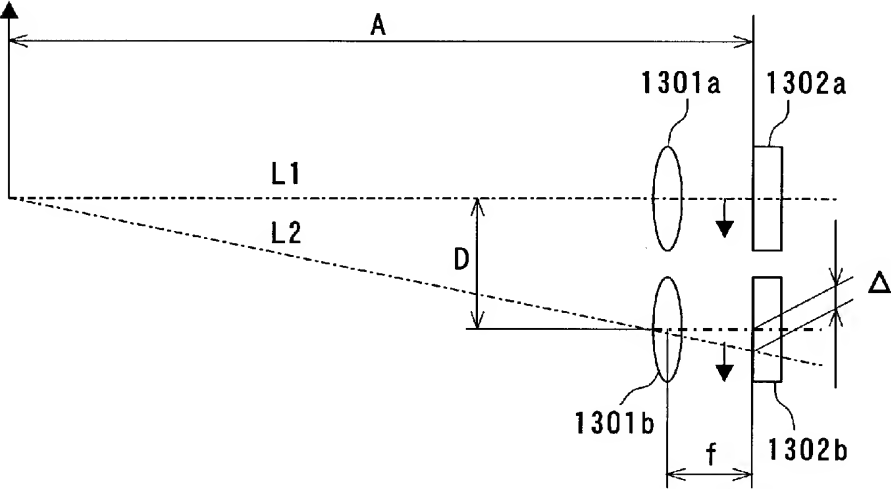




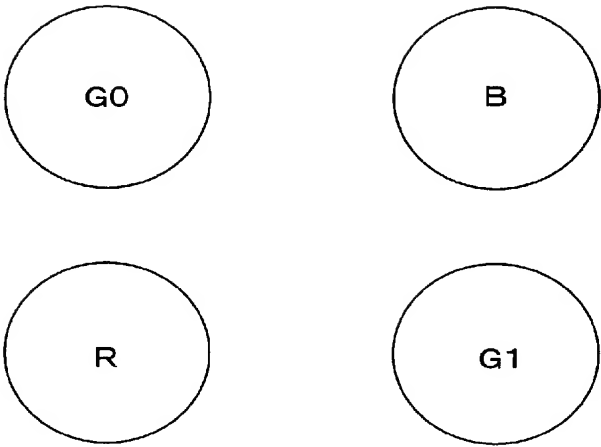
【図 1 2】



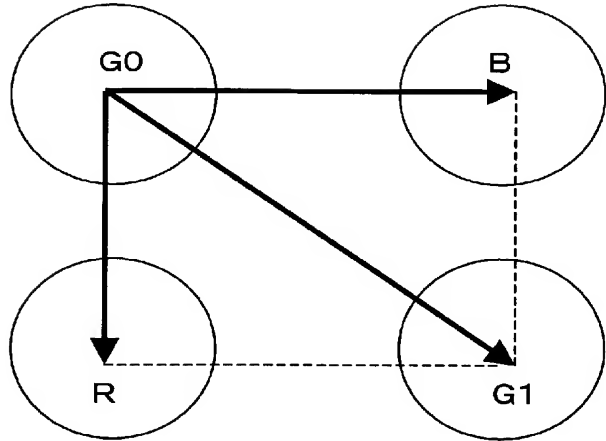
【図 1 3】

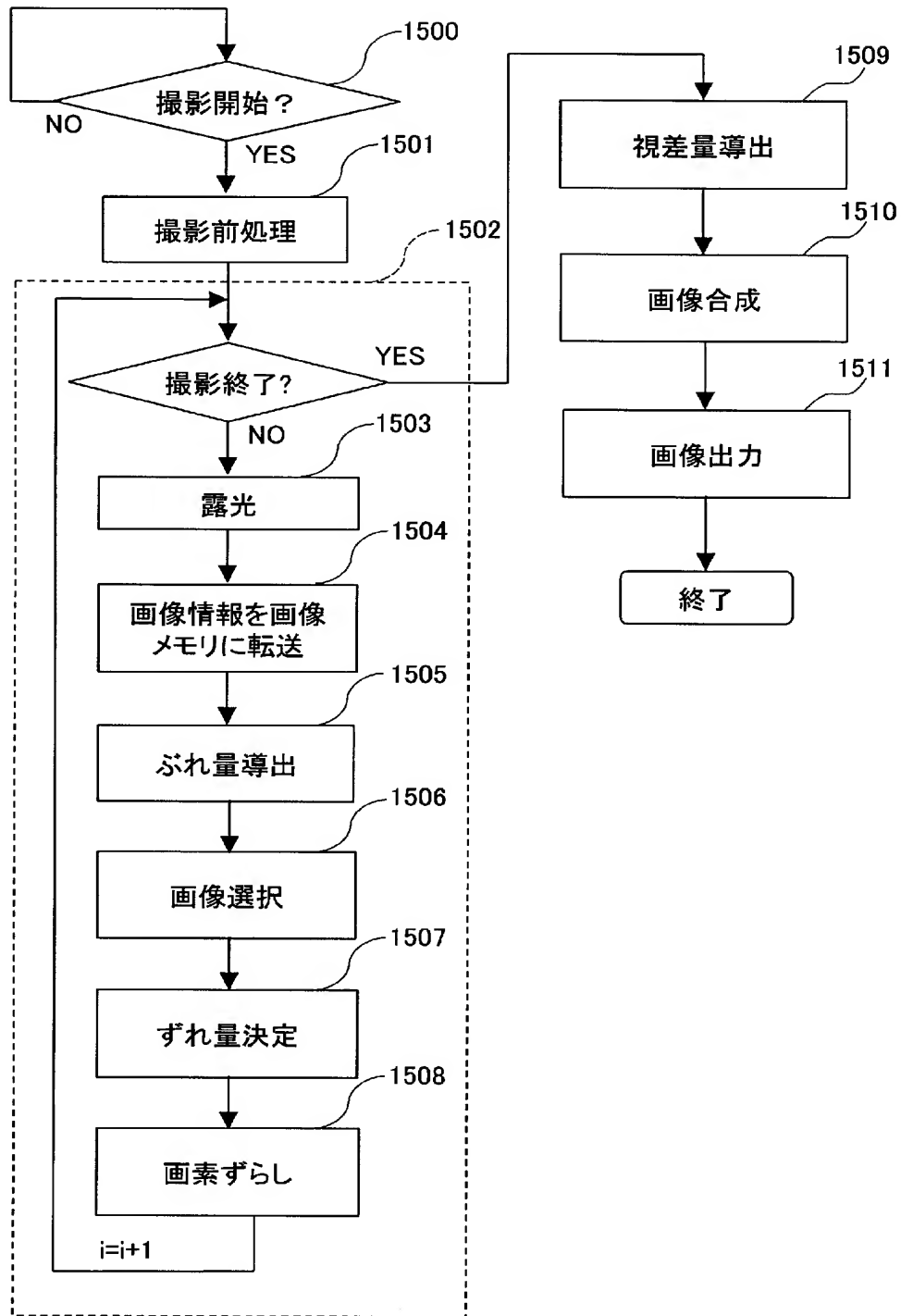


A

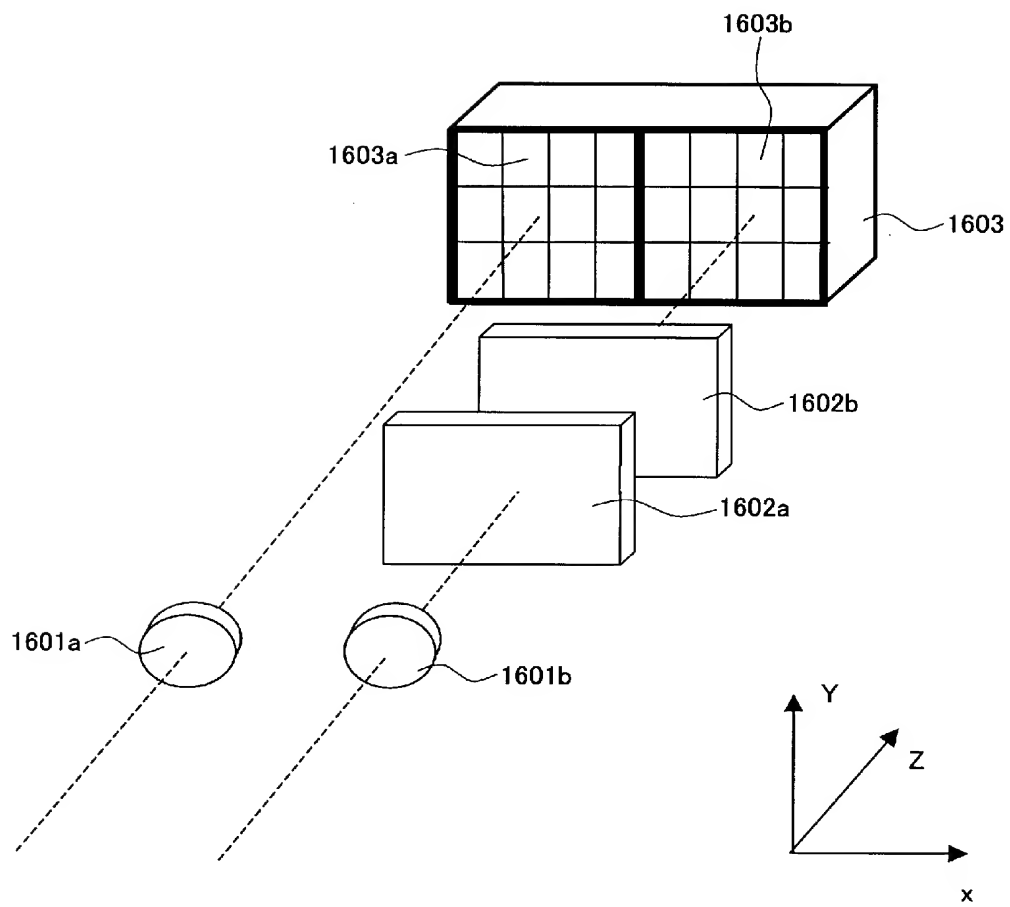


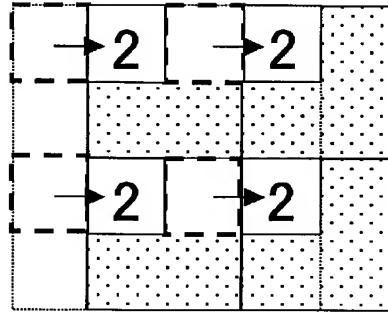
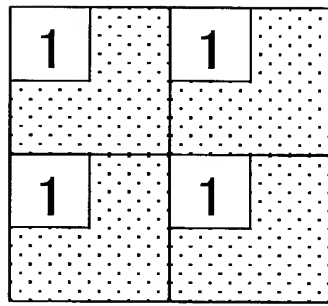
B



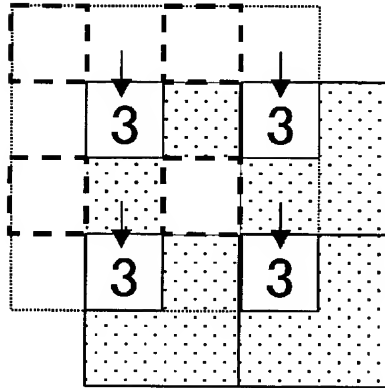
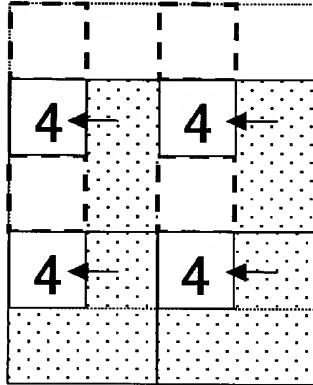


【図 16】



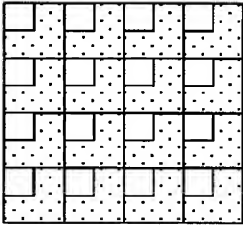
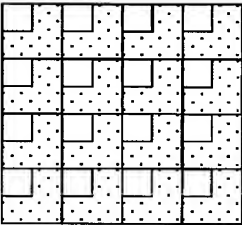
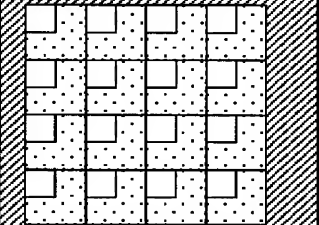
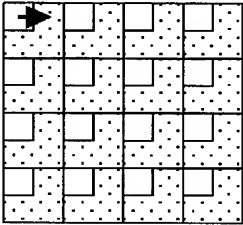
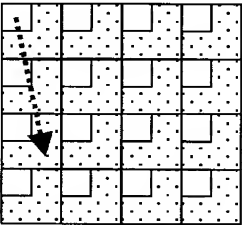
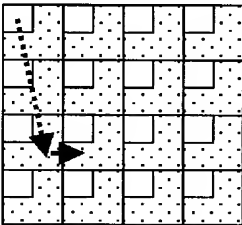
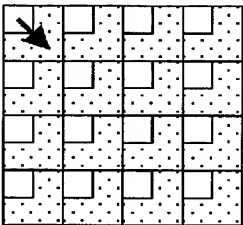
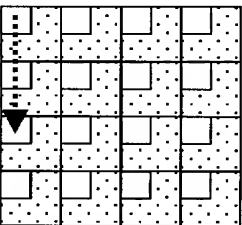
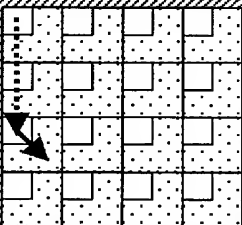
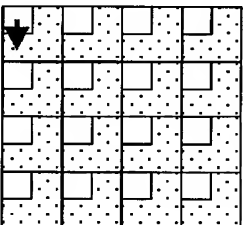
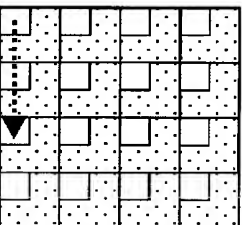
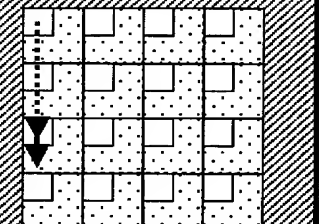


A



B

1	2	1	2
4	3	4	3
1	2	1	2
4	3	4	3

	ずれ量	画素ずらしを行なわない光学系	画素ずらしを行なう光学系
1枚目			
2枚目			
3枚目			
4枚目			

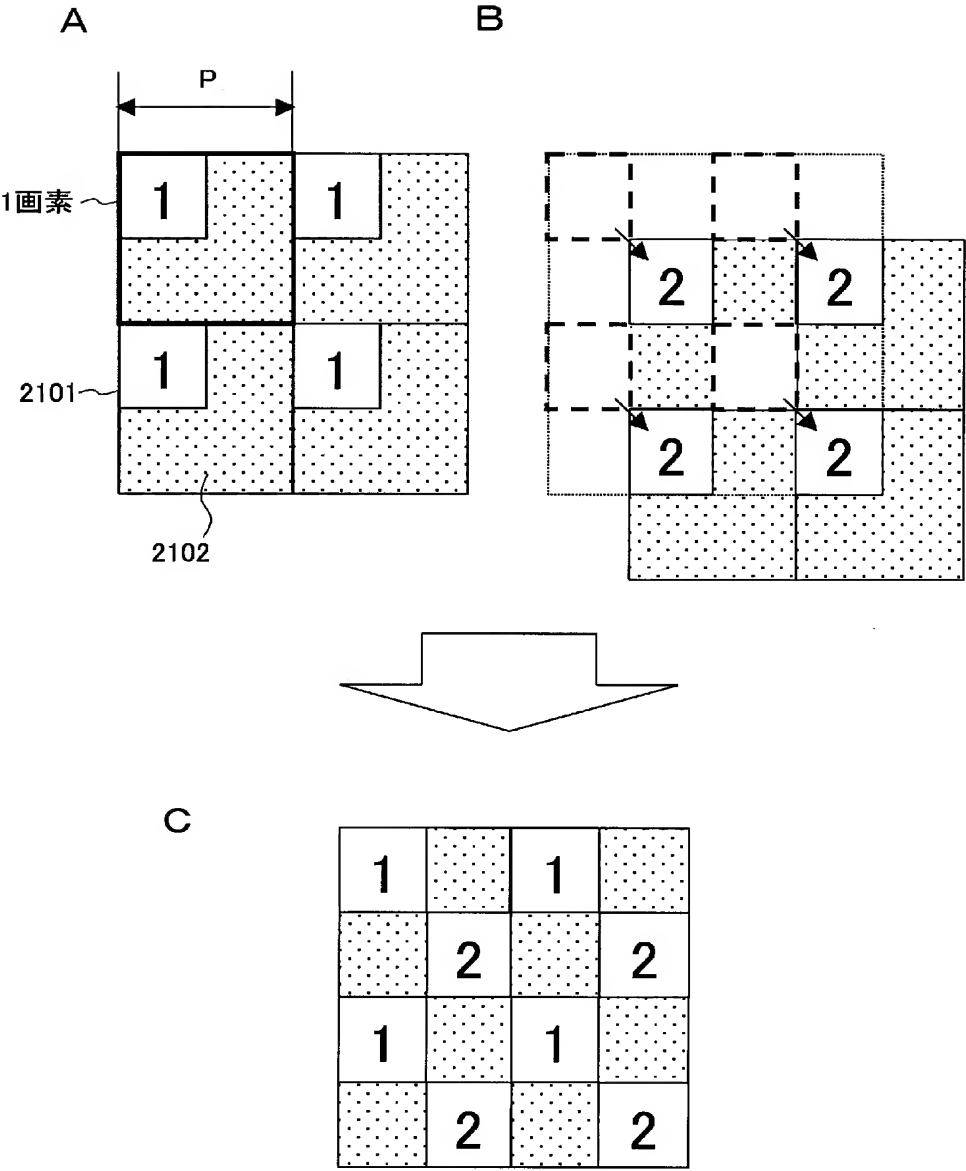
【図 1 9】

	ずれ量	画素ずらしを行なわない光学系	画素ずらしを行なう光学系
1枚目			
2枚目			
3枚目			

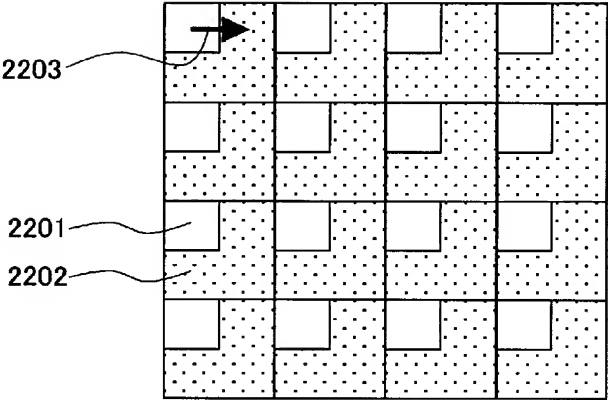
【図 2 0】

	ずれ量	画素ずらしを行なわない光学系	画素ずらしを行なう光学系
1枚目			
2枚目			
3枚目			
4枚目			
5枚目			

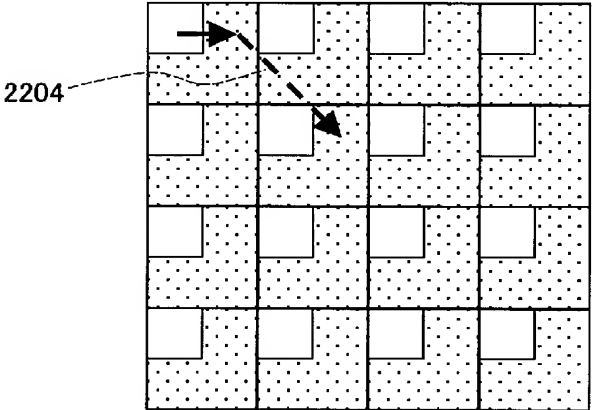
【図 2 1】



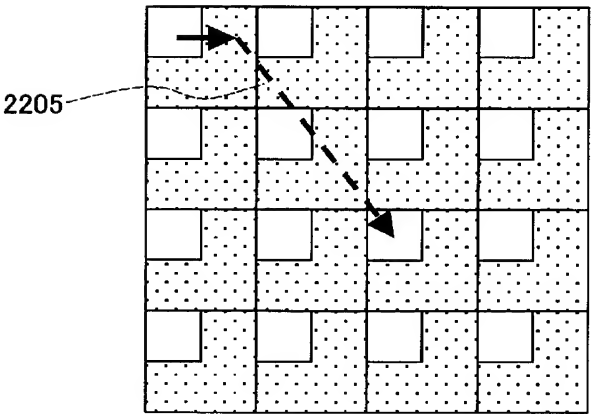
A



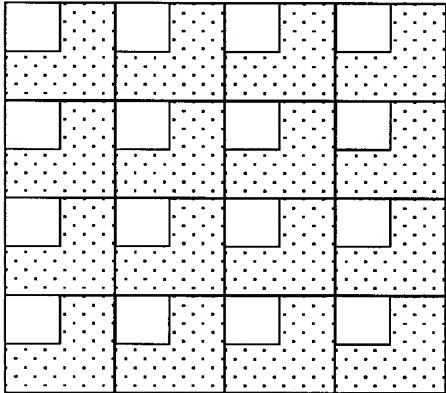
B



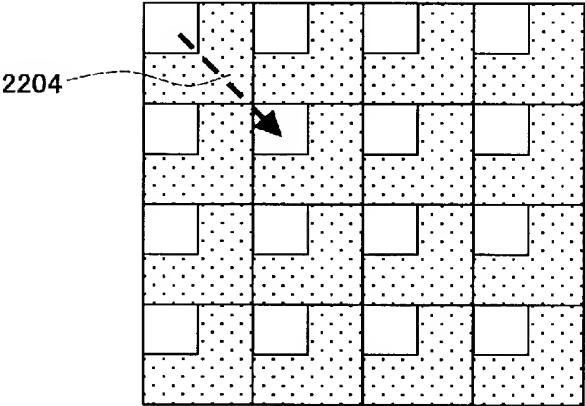
C



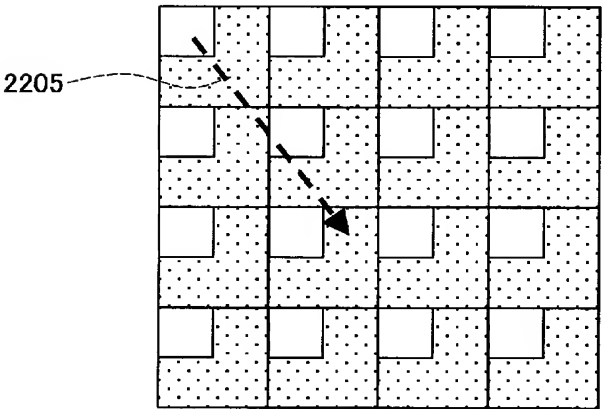
A



B



C



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 画素ずらしを行なう撮像装置において、撮影者ぶれ、または被写体ぶれがある場合にも画素ずらしの効果の低下を防止できる撮像装置を提供する。

【解決手段】 画素ずらし手段１０２は、光学系１０４，１０５が結像する画像のうち、１個の光学系が結像する画像に関しては画素ずらしを行わず、残りの光学系が結像する画像に関しては画素ずらしを行ない、ぶれ量導出手段１０８は、画素ずらしを行わない光学系において時系列的に撮影されメモリ１０７に記憶された複数の画像情報を比較して画像のぶれ量を導出し、最適画像選択手段１０９は、ぶれ量導出手段１０８により導出されたぶれ量に基づいて、画像合成に用いる画像を選択し、画像合成手段１１０は、選択された複数の画像を、ぶれ量導出手段１０８が導出したぶれ量に基づいて補正した後、合成処理する。

【選択図】 図１

出願人履歴

0 0 0 0 0 5 8 2 1

19900828

新規登録

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

松下電器産業株式会社